This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

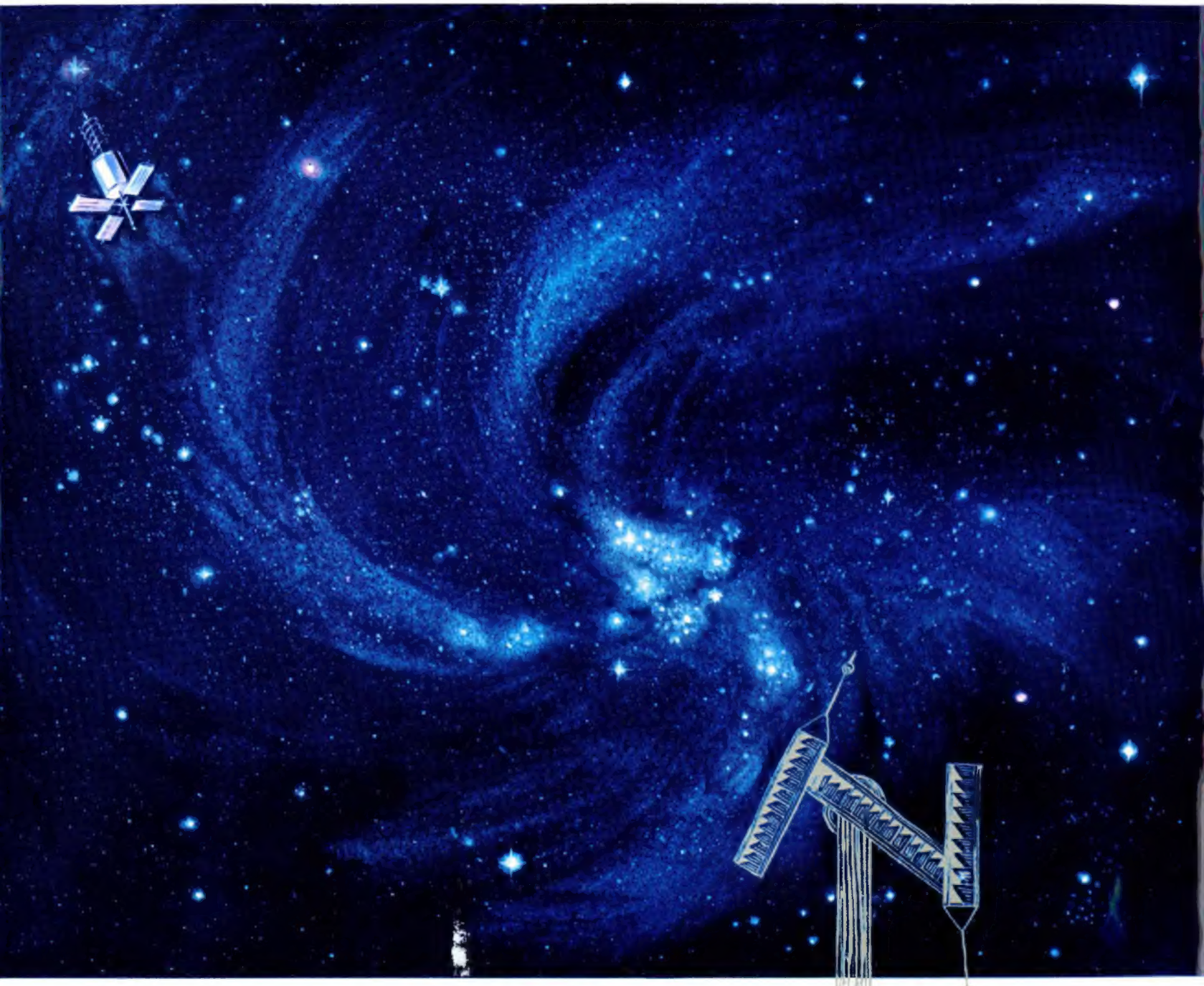
Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

Du sémaphore au satellite



1865-1965

Publié par l'Union internationale des télécommunications
à l'occasion de son centenaire

Genève 1965

Du sémaphore au satellite

Du sémaphore au satellite

Ce volume est publié
à l'occasion du centenaire de l'Union
internationale des télécommunications

Publié par l'Union internationale des télécommunications
Genève 1965

Du sémaphore au satellite

Introduction 7
Préface 9

Ire Partie — Le télégraphe et le téléphone (de 1793 à 1932)

Les précurseurs 11
Les pionniers du télégraphe 25
Débuts de la coopération internationale 43
Paris — 1865 51
L'œuvre novatrice de l'Union télégraphique 63
Taxes télégraphiques, priorités et codes 77
Le téléphone 91
Le Règlement téléphonique 103

IIe Partie — La radio (de 1888 à 1947)

Les inventeurs de la télégraphie sans fil 117
La radio fait ses premiers pas sur la mer 129
Les conférences radiotélégraphiques internationales 143
Madrid — 1932 159
Les guerres: périodes de crise pour les télécommunications 171
Atlantic City — 1947 183
Les fréquences radioélectriques et le Règlement des radiocommunications 193

IIIe Partie — L'Union après un siècle d'existence (de 1947 à 1965)

L'Union et son secrétariat 205
Le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (C.C.I.T.T.) 215
Le Comité consultatif international des radiocommunications (C.C.I.R.) 229
La Liste internationale des fréquences et le Comité international d'enregistrement des fréquences (I.F.R.B.) 247
L'assistance aux pays nouveaux et en voie de développement 261
Les télécommunications dans les activités gouvernementales, l'industrie et la vie privée 275
Les télécommunications spatiales 283

Conclusions

Le fruit d'un siècle d'existence 305
Incidences sociales des télécommunications 315
L'avenir 327

Liste des membres et membres associés de l'U.I.T. 337

Provenance des illustrations 339

Bibliographie 343

Philoſophical

EXPERIMENTS

AND

OBSERVATIONS

Of the late Eminent

Dr. *ROBERT HOOKE*,

S. R. S.

And Geom. Prof. *Greſh.*

AND

Other Eminent VIRTUOSO's in his Time.

With COPPER PLATES.

Publiſh'd by W. DERHAM, F.R.S.

LONDON.

Printed by W. and J. INNYS, Printers to the ROYAL SOCIETY, at the Weſt End of *St. Paul's.*

MDCCXXVI.

1-3 Projet de télégraphe optique de Robert Hooke (1726). Chaque lettre et symbole de code étaient suspendus à un cadre de bois. Pour autant que l'on sache, ce projet n'a jamais été mis en pratique.

1

Introduction

Compter à son actif cent années de succès dans le domaine de la coopération internationale, voilà de quoi l'Union internationale des télécommunications fait aujourd'hui mémoire non sans une légitime fierté. L'U.I.T. est en effet la plus ancienne des organisations intergouvernementales qui forment actuellement la famille des institutions spécialisées des Nations Unies.

Un siècle ne représente, il est vrai, qu'une période fugitive dans l'histoire de l'humanité et une fraction infinitésimale des millénaires d'existence de la Terre. Pourtant, tout au long des cent années qui viennent de s'écouler, il s'est produit des changements tels que toutes les découvertes et tous les progrès antérieurs nous semblent presque insignifiants.

Le bouleversement le plus marquant du siècle est probablement l'augmentation soudaine et phénoménale de la vitesse et de la variété de nos moyens de communication. Tout d'abord, on a vu apparaître le télégraphe, ensuite ce fut le téléphone, puis les radiocommunications au nombre desquelles la radiodiffusion et la télévision auxquelles succèdent maintenant les radiocommunications spatiales. Tous ces moyens doivent leur essor extraordinaire à la révolution de l'électronique; ces merveilleuses réalisations du génie humain font partie intégrante du développement fulgurant de la science qui ne manquera pas d'étonner nos arrière-petits-enfants eux-mêmes.

Le rythme toujours plus rapide des inventions scientifiques a entraîné un autre développement étonnant et bienvenu, celui d'une collaboration humaine toujours plus étroite à travers les frontières naturelles et artificielles. A eux seuls, les progrès scientifiques n'auraient jamais modifié si profondément et de façon si définitive notre mode de vie, sans cette coopération universelle qui se fortifie de jour en jour et qui constitue précisément le sujet du présent ouvrage.

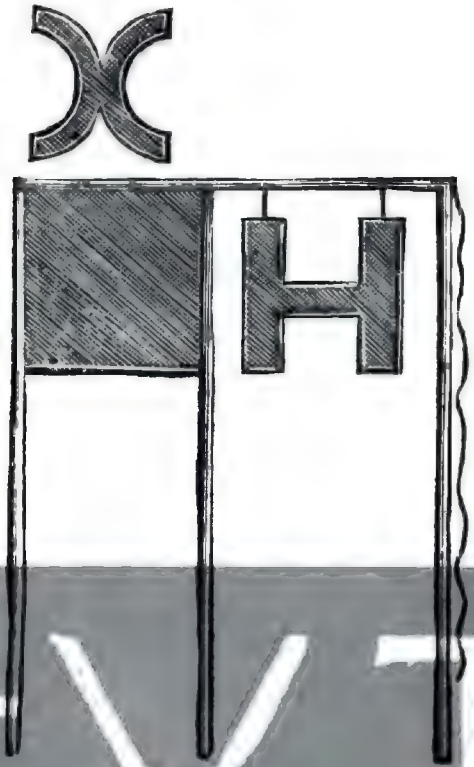
La coopération dans le domaine des télécommunications a connu des débuts modestes, au moment où fut fondée, à Paris, le 17 mai 1865, l'Union télégraphique internationale. C'est pour marquer le 100e anniversaire de cet événement historique que l'Union internationale des télécommunications publie ce Livre du Centenaire.

La publication de ce livre a été décidée par le Conseil d'administration de l'U.I.T. au cours de sa session de 1963. Le texte a été rédigé par le Dr Anthony R. Michaelis de Londres. La plupart des illustrations ont été fournies par les Gouvernements des pays Membres de l'U.I.T., tandis qu'une autre partie de la documentation illustrée a été rassemblée par le Dr Michaelis. La présentation de l'ouvrage a été confiée aux soins de Claude Humbert. Le livre a été imprimé sur les presses de l'Imprimerie Henri Studer S.A., à Genève.

Les opinions exprimées dans le Livre du Centenaire de l'U.I.T. sont celles de l'auteur et n'engagent en aucune manière l'Union internationale des télécommunications.

Genève, janvier 1965.

Gerald C. Gross
Secrétaire général de
l'Union internationale des télécommunications



2

3

Préface

Tenez-vous dans une campagne tranquille, loin des cités populeuses, des champs labourés et de tout autre signe d'activité humaine; vous aurez alors devant les yeux un tableau semblable à celui qui se présentait à vos aïeux, il y a quelques siècles ou peut-être même quelques millénaires. Et pourtant, au cours de ces dernières décennies, il s'est produit un changement subtil qu'aucun de nos sens n'est capable de déceler. Des ondes radioélectriques transportant des messages en une multitude de langues nous environnent et nous traversent sans cesse. Nous ne pouvons les entendre et les voir qu'après les avoir transformées en ondes perceptibles à nos oreilles et à nos yeux.

N'est-ce pas la raison principale pour laquelle la radio est entrée dans nos mœurs? Lorsque ce sont des fils qui servent à transmettre des messages, nous sommes conscients de l'existence du support mais nous ignorons à quelles fins il est utilisé. Il y a cent cinquante ans environ, lorsque les bras du télégraphe optique s'agitaient dans les airs, quiconque connaissait le code utilisé pouvait déchiffrer les signaux, simplement en les regardant. Après les modestes débuts du sémaphore, nous avons assisté au lancement de satellites qui gravitent autour de notre planète et servent de relais pour la transmission de nos messages; voilà comment se manifeste actuellement le développement prodigieux de ce que nous appelons les télécommunications, à savoir, par définition: toute transmission, émission ou réception de signes, signaux, écrits, images, sons ou information de toute nature, par fil, ondes radioélectriques ou lumineuses, ou par n'importe quel autre moyen électromagnétique.

L'objet de notre livre n'est pas de retracer l'histoire scientifique de ces moyens de télécommunication, mais plutôt de mettre en évidence les efforts déployés pendant plus d'un siècle dans le domaine de la coopération internationale. Dès que l'on put disposer de moyens techniques suffisamment perfectionnés pour envoyer des messages à grande distance, il devint indispensable de franchir les frontières artificielles et les obstacles naturels. De petits groupes de pays se sont tout d'abord constitués en vue de jeter les bases d'arrangements acceptables à cet effet puis, le 17 mai 1865, vingt délégations de différents pays d'Europe signèrent à Paris la première Convention de l'Union télégraphique internationale. Aujourd'hui, l'Union internationale des télécommunications compte plus de 120 membres répartis dans le monde entier. Nous nous proposons de résumer ici les progrès et les succès obtenus au cours de ces cent années de coopération internationale.

Néanmoins, il serait impossible de relater une histoire si captivante sans faire état des progrès scientifiques et techniques qui ont été réalisés de manière constante dans le domaine des télécommunications. En effet, ni les moyens mis en œuvre, ni la coopération internationale, pris isolément, ne sauraient par eux-mêmes expliquer l'ampleur des réalisations. Seule l'interaction des deux facteurs peut faire comprendre comment se sont développés le télégraphe, le téléphone et les radiocommunications aussi bien que le radar, la radiodiffusion et la télévision et comment chacune de ces inventions a exigé de nouveaux efforts sur le plan de la coopération internationale. C'est

seulement en tenant compte de tous les éléments que l'on pourra brosser une fresque sur laquelle se distingueront les silhouettes de milliers de savants, de techniciens et d'administrateurs dont les noms ne furent jamais prononcés mais qui tous étaient animés du désir d'étendre la coopération internationale à toutes les branches des télécommunications, bien qu'il eût fallu souvent des dizaines d'années pour réaliser un tout petit progrès dans ce sens. Un siècle s'est écoulé, leur victoire est assurée. On le verra, en lisant ce livre qui contient nombre de leçons édifiantes pour ceux qui travaillent dans d'autres domaines.

Nous espérons beaucoup que le lecteur trouvera mieux dans ce livre qu'un aride historique des faits. Cette collaboration fructueuse qui s'étend sur un siècle constitue jusqu'ici un cas unique. Il convient de noter que l'Union postale universelle avait tenu une réunion préliminaire à Paris en 1863, mais sa première conférence ne s'est tenue à Berne qu'en 1874. Qu'un si grand nombre de pays différents aient réussi à travailler ensemble pendant cent ans dans le domaine des communications prouve éloquemment que la coopération internationale est réalisable et profitable et qu'elle est absolument indispensable au développement des inventions scientifiques. Au stade de l'ère spatiale, l'humanité a grand besoin de pouvoir s'appuyer sur une telle preuve et si cette idée se dégage des pages qui vont suivre, nous aurons atteint le but que nous nous étions fixé en écrivant cette histoire.

Pour mettre en évidence cet esprit de coopération, à partir des progrès scientifiques et de l'évolution de la politique internationale, il a fallu laisser de côté quantité de faits intéressants. Heureusement, une abondante documentation et nombre de publications utiles sont aujourd'hui à la disposition de ceux qui souhaiteraient approfondir ces sujets, davantage qu'il n'a été possible de le faire dans ce livre.

Il n'est pas un ouvrage qui soit l'œuvre d'un seul auteur car les pensées de ce dernier sont toujours influencées par les écrits de ceux qui l'ont précédé et lui ont fait part de leur expérience personnelle, notamment en lui signalant leurs sources, qu'il s'agisse de textes ou d'images. Qu'ils fassent partie de l'Union internationale des télécommunications ou qu'ils appartiennent à des administrations nationales, qu'ils soient des amis personnels ou des collègues, l'auteur tient à leur exprimer ici ses sincères remerciements.

Reportons-nous maintenant à ce qui a été réalisé et qui ne constitue pourtant qu'un premier pas, bien qu'il couvre une période apparemment longue puisqu'elle s'étend sur un siècle. Le témoignage de ce qui a été possible est un encouragement à faire en toute confiance le pas suivant, un pas infiniment plus grand et, si l'on peut dire, un pas dans l'Espace. Si ce modeste ouvrage peut inciter le lecteur à déployer de nouveaux efforts en vue de renforcer la coopération internationale, que ce soit dans le domaine des télécommunications, dans d'autres domaines scientifiques, ou encore sur le plan d'activités humaines plus larges encore, dans ce cas nous aurons atteint notre but.

Ire Partie — Le télégraphe et le téléphone

(de 1793 à 1932)

Les précurseurs

Nous serions peut-être encore à l'état de troglodytes, si les hommes... et les femmes n'avaient appris à se servir de la parole et du geste pour communiquer leurs pensées à leur prochain. Ce serait d'autant plus le cas s'ils n'avaient pas pu utiliser ces moyens pour transmettre à leurs enfants les connaissances acquises au cours de leur existence courte et périlleuse. Lorsque l'écriture fut inventée, il devint possible de communiquer à distance, dans l'espace et le temps. Que saurions-nous aujourd'hui de nos premiers ancêtres s'ils n'avaient laissé des inscriptions sur la pierre, dans l'argile et le métal, sur le bois, le papier et la soie ?

Mais ces moyens de communication qui seuls rendent possible une vie sociale authentique restèrent pendant des millénaires le privilège de l'érudit et du législateur. Communication signifie aussi organisation ; en effet, pour l'érudit c'est le moyen d'ordonner et d'accroître les connaissances et pour le législateur c'est le moyen d'appliquer la loi et de maintenir l'ordre. Pendant des millénaires, la vitesse des communications est restée celle du coureur ou du coursier le plus rapide, elle ne dépassait guère 15 km à l'heure. Il y eut évidemment des moyens de communication plus rapides : les Grecs et les Romains eurent recours aux feux pour transmettre des signaux ; il convient également de mentionner le tam-tam africain et l'utilisation de pigeons voyageurs mais ce n'est qu'au moment où les lois de l'optique furent comprises et après l'invention du télescope que l'on eut quelque espoir de communiquer rapidement sur de grandes distances.

Il semble que ce soit le grand physicien et astronome anglais Robert Hooke (1635-1703) qui fut le premier à faire un exposé clair et cohérent de la télégraphie visuelle dans un discours prononcé en 1684 à la Royal Society. Il donna à cette occasion de nombreux détails pratiques à ce sujet mais son système ne fut jamais mis en application. Un siècle plus tard, un brillant ingénieur français, Claude Chappe (1763-1805) reprit le flambeau. Il parvint à mettre au point un système pratique capable de transmettre des messages dans toute la France. Lorsqu'en 1852 le système Chappe fut finalement remplacé par le télégraphe électrique, la France disposait d'un réseau de 556 stations de sémaphores couvrant une distance totale de 4 800 km.

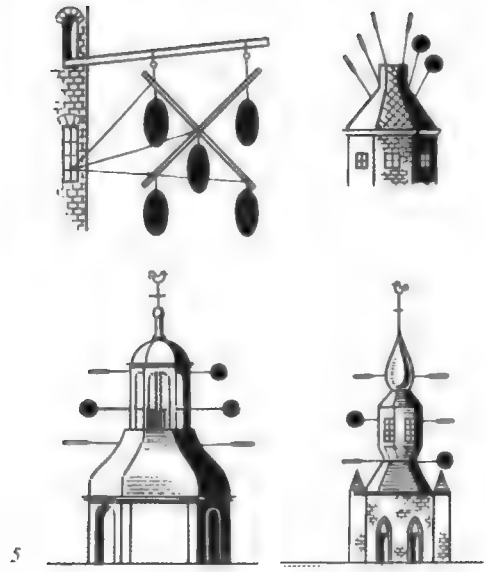
Entre 1790 et 1795, la France avait un besoin impérieux de communications rapides et sûres. On était en pleine Révolution et le pays était encerclé par les forces alliées de l'Angleterre, des Pays-Bas, de la Prusse, de l'Autriche et de l'Espagne. Marseille et Lyon étaient en sédition et la flotte anglaise tenait Toulon. Dans cette situation désespérée, l'un des facteurs les plus favorables aux armées françaises fut l'absence de coordination entre les forces de la coalition, laquelle était due au défaut de lignes de communication.

Claude Chappe et ses frères s'attachèrent, au cours de l'été 1790, à mettre au point un système de communications qui devait permettre au gouvernement central de recevoir des renseignements et de transmettre des ordres dans les délais les plus courts. Chappe poursuivit ses expériences pendant deux ans et, à deux reprises, son appareil

4 Les premiers essais de télégraphe optique entrepris par Chappe eurent lieu le 2 mars 1791. Une aiguille montrait le signe envoyé. On aperçoit au loin une autre tour de signalisation. A noter la similitude des signes de Hooke et de Chappe.

5 Télégraphes optiques hollandais du début du 19e siècle.

4



5

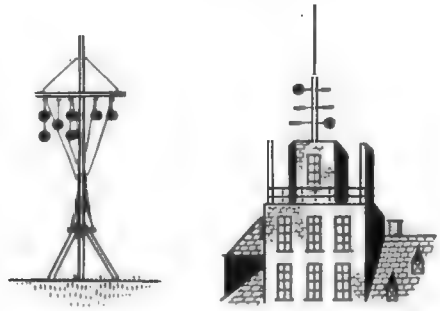
installé à la place de l'Etoile, à Paris, fut détruit par une populace furieuse, persuadée qu'il s'agissait d'un moyen de communiquer avec le Roi Louis XVI emprisonné. Chappe eut la satisfaction de voir ses efforts récompensés lorsque, au cours de l'été 1793, il fut nommé ingénieur-télégraphiste et put à ce titre donner l'ordre d'installer une chaîne de stations télégraphiques entre Paris et Lille, sur une distance de 230 km.

Ces stations étaient simplement des tours, construites à cet effet, ou préexistantes. On dressait sur leur plateforme un mât de bois au sommet duquel pivotait un bras horizontal dont la position pouvait être modifiée à volonté au moyen de cordes. A l'extrémité du bras horizontal étaient fixés deux autres bras verticaux également mobiles. On pouvait obtenir ainsi un très grand nombre de figures géométriques qui étaient déchiffrées au moyen d'un télescope placé sur la tour suivante. Le codage des messages était donc inévitable, même pour ce précurseur de tous les systèmes télégraphiques. Le premier message transmis par les sémaphores de Chappe entre Lille et Paris fut émis le 15 août 1794 pour annoncer au gouvernement que les forces françaises avaient repris Le Quesnoy. Une quinzaine de jours plus tard, un autre message, accueilli avec joie à Paris, annonçait la reddition de Condé.

Il ne faut donc pas s'étonner que le télégraphe se soit étendu sur toute la France. La ligne Paris-Strasbourg, qui comprenait 50 stations, fut la deuxième liaison établie et d'autres vinrent ensuite. Cependant, du fait que chacune des stations devait être à vue directe de la suivante, les frais d'administration et de personnel constituaient une source perpétuelle de difficultés financières, lesquelles ne cessèrent que le jour où l'on institua une loterie en faveur du télégraphe. Chappe, dont la santé s'était gravement altérée du fait des difficultés qu'il avait eu à surmonter, n'eut pas la satisfaction de voir le développement de son œuvre; il s'est en effet suicidé le 23 janvier 1805.

Les rapports sur le télégraphe de Chappe parvinrent en Angleterre, en automne 1794, et incitèrent Lord George Murray (1761-1803) à proposer à l'Amirauté britannique un système télégraphique visuel. Au sommet de chaque tour était installé un grand panneau de bois percé de six grands trous circulaires qui pouvaient être obturés par des volets également en bois. On édifia, à l'usage de l'Amirauté, une série de quinze stations entre Londres et Deal; leur coût s'éleva à environ 4000 livres; d'autres stations furent édifiées plus tard à Portsmouth, Yarmouth et Plymouth. La ligne de Portsmouth fut exploitée jusqu'en 1847 et il est intéressant de noter que certaines éminences sur lesquelles les tours étaient construites sont encore appelées aujourd'hui « Telegraph Hill ».

Aux Etats-Unis, le premier télégraphe visuel, conçu selon le principe du sémaphore, fut construit en 1800 par Jonathan Grout. Il s'agissait d'une ligne de 104 km reliant Martha's Vineyard à Boston. Elle était destinée à la transmission des nouvelles concernant la navigation. En Prusse, on adopta le système Bergsträsser et le Watson-Pistor, et d'autres pays d'Europe adoptèrent des installations semblables comme nous le verrons par la suite.



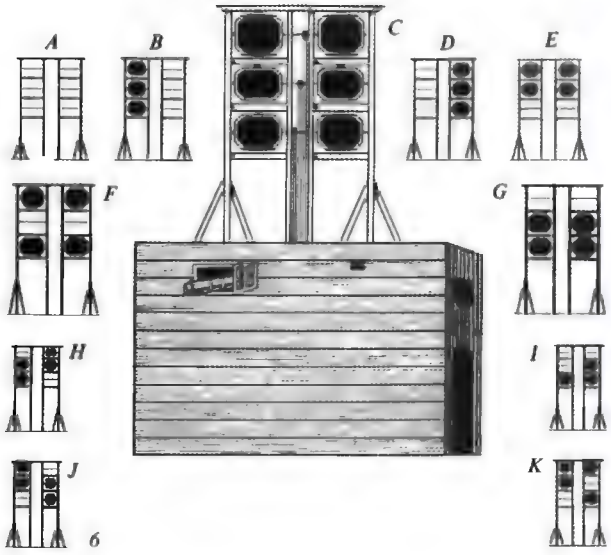
6 *Le télégraphe optique de Lord Murray consistait en six panneaux pouvant se placer horizontalement ou verticalement, de manière à ouvrir ou fermer six fenêtres, ce qui permettait de coder les diverses lettres de l'alphabet.*

Explication du télégraphe

Quand le télégraphe se présente comme en A, avec les six fenêtres ouvertes, c'est qu'il n'a rien à transmettre. Quand toutes les fenêtres sont fermées, comme en C, cela signifie qu'il va se mettre en marche et que la station suivante doit se préparer pour la réception.

Explication de l'alphabet

Quand le télégraphe se présente au départ comme en C, avec les six fenêtres fermées, l'ouverture de la première fenêtre signifie la lettre A; de la deuxième, B; de la troisième, C; de la quatrième, D; de la



cinquième, E et de la sixième, F. C'est ce qu'on appelle la première série. Pour la deuxième série, la position de départ est celle (A) dans laquelle toutes les fenêtres sont ouvertes: la fermeture de la première fenêtre signifie la lettre G; de la deuxième, H; de la troisième, I; de la quatrième, K; de la cinquième, L et de la sixième, M. Pour la troisième série, la position de départ est celle (B) dans laquelle les fenêtres de gauche sont fermées et celles de droite ouvertes; l'ouverture d'une fenêtre fermée ou la fermeture d'une fenêtre ouverte représente respectivement N, O, P, Q, R et S. Enfin, pour la quatrième série, la position de départ est celle (D) dans laquelle les fenêtres de gauche sont ouvertes et celles de droite fermées; l'ouverture ou la fermeture d'une fenêtre représente alors T, U, V, W, X, Y et Z.

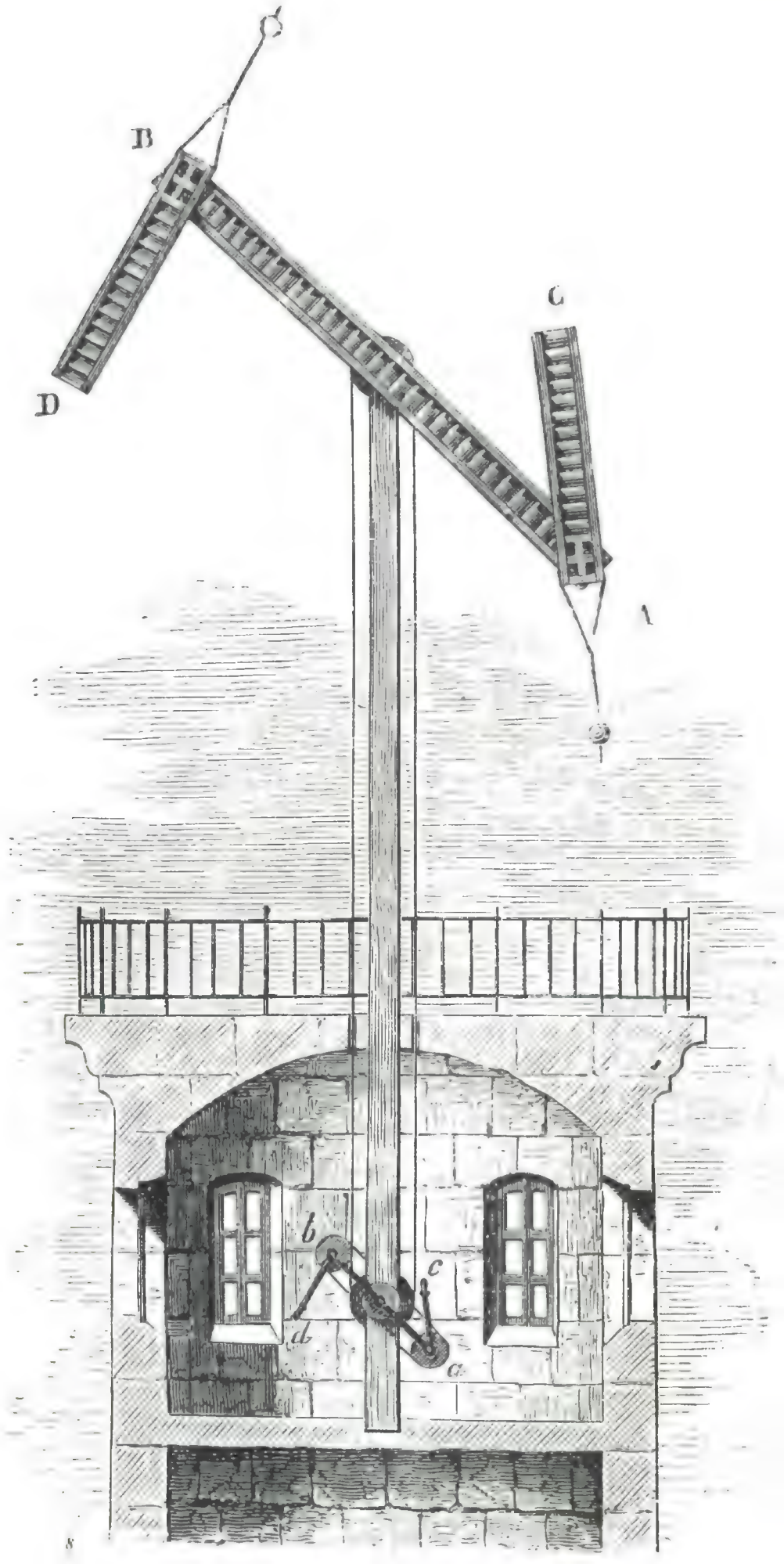
Explication des phrases

Lorsque l'ordre est communiqué à l'amiral du port de Downs seulement, le télégraphe se présente comme en E, les deux fenêtres du bas étant ouvertes. Pour l'amiral du port de Portsmouth, il se présente comme en F, les deux fenêtres du milieu étant ouvertes; pour l'amiral du port de Plymouth, comme en G, les deux fenêtres du haut étant ouvertes. Un signal distinct est attribué aux commandants des flottes, des escadres

et des cuirassés, par exemple H pour le commandant de la Flotte de la Manche, J pour le commandant de la Flotte de la mer du Nord, K pour celui de la Flotte des Indes occidentales ou d'un convoi, L pour les croiseurs de tel ou tel port, etc.

Cette gravure datant de 1838 est probablement la première illustration montrant un dispositif de télécommunications aux Etats-Unis d'Amérique, en 1838. Sur la gauche, le sémaphore de Staten Island sur la baie de New York, qui servait de relais entre Sandy Hook et Merchants Exchange, à Manhattan.

Sommet d'une tour du télégraphe optique de Chappe: en haut, les bras mobiles; en bas, les poignées servant à les actionner.



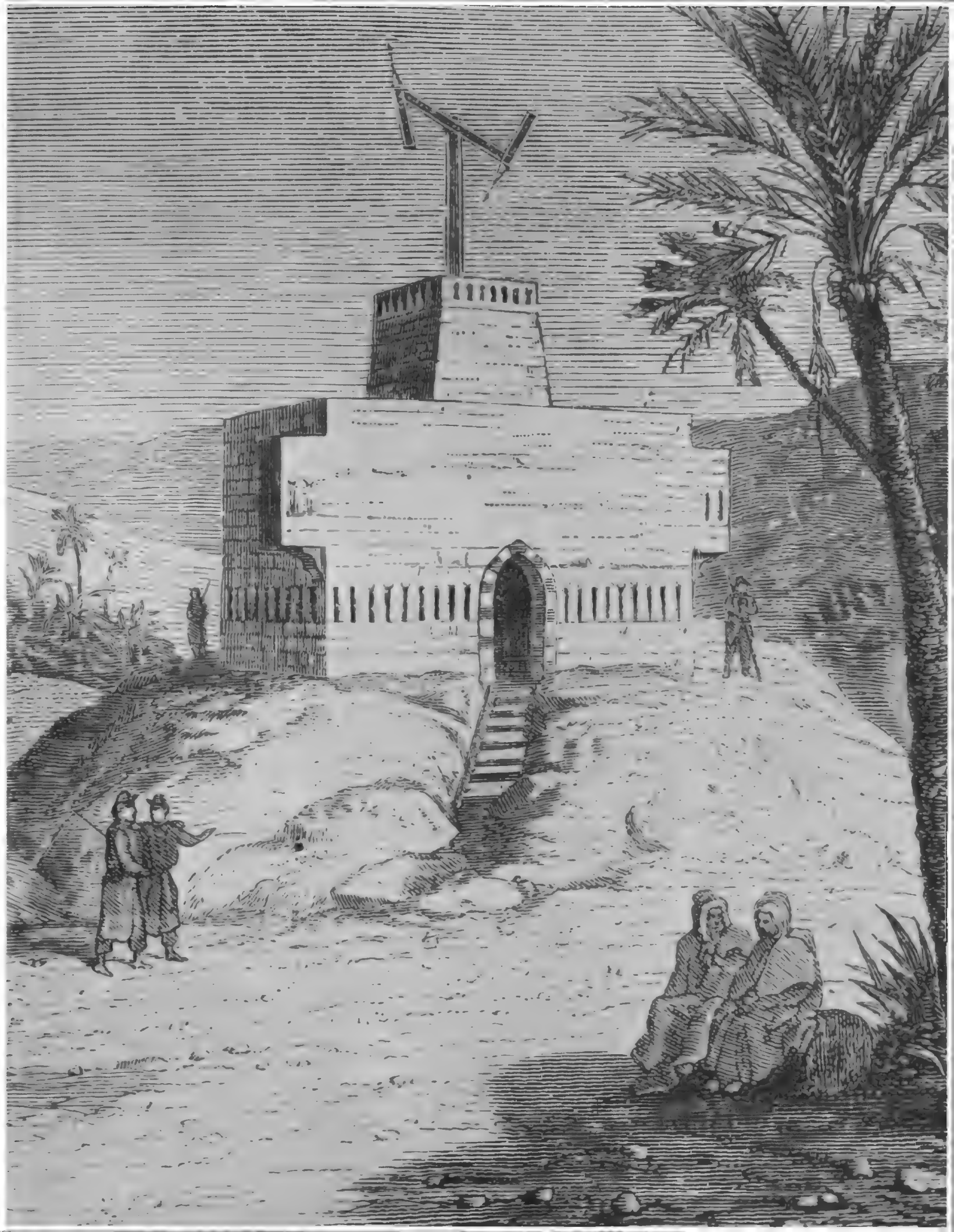
9 *C'est peut-être en Afrique du Nord que le télégraphe optique de Chappe a été utilisé le plus longtemps; en effet, dans cette région, il n'a été remplacé par le télégraphe électrique qu'en 1859. On voit ici une installation typique en Algérie.*

Le télégraphe visuel était assurément le moyen de communication le plus rapide de l'époque. Si l'on se rapporte aux dires d'un contemporain: « Un signal a été transmis à Plymouth puis renvoyé (à Londres) en trois minutes, ce qui pour le trajet télégraphique utilisé représente un parcours d'au moins 500 milles. Il faut bien dire qu'à cette occasion on avait pris des précautions indispensables afin que tout soit prêt et que chaque capitaine soit à son poste pour recevoir et renvoyer les signaux. La vitesse de transmission a été de 170 milles à la minute, c'est-à-dire d'environ trois milles à la seconde ou encore de trois secondes par station; c'est une rapidité absolument extraordinaire ! » Mais le système présentait de nombreux inconvénients: il demandait un très nombreux personnel, il n'était pas accessible au public; les dépenses qu'il occasionnait ne pouvaient donc être justifiées que par « les nécessités de la défense ». Le plus grave de tout, c'est que, de nuit ou par temps bouché, le télégraphe était paralysé. « La station de Putney Heath, communiquant avec Chelsea, est généralement inutilisable par vents d'est, du fait de la fumée de Londres qui remplit la vallée de la Tamise. »

La signalisation au sémaphore est encore en usage de nos jours entre les navires; les marins utilisent dans ce cas des drapeaux qu'ils tiennent à bout de bras dans diverses positions. Mais la belle invention de Chappe a trouvé son application la plus durable sur les chemins de fer où le sémaphore a longtemps servi à transmettre des informations aux mécaniciens; ce n'est qu'un siècle et demi plus tard, c'est-à-dire de nos jours, qu'il est remplacé progressivement par des feux électriques de diverses couleurs.

Pour ce qui est du télégraphe, l'électricité est venue remplacer beaucoup plus rapidement les signaux visuels. On considère généralement que l'histoire du télégraphe électrique commence le 17 février 1753, date à laquelle une lettre mémorable, signée par un certain C.M., fut publiée dans le *Scots Magazine*; l'identité de l'auteur n'a jamais pu être établie. C.M. proposait d'installer « une série de fils d'un nombre égal à celui des lettres de l'alphabet; ces fils doivent être tirés horizontalement entre deux points donnés; ils seront parallèles et séparés d'un pouce les uns des autres ». L'auteur explique ensuite en détail comment les fils doivent être connectés au conducteur d'une machine électrostatique lorsqu'on désire signaler une lettre déterminée. Du côté réception, « une boule est suspendue à chaque fil et, à une distance d'un sixième ou d'un huitième de pouce au-dessous des boules, on place les lettres de l'alphabet inscrites sur des morceaux de papier... ».

On savait évidemment depuis l'antiquité que les forces électrostatiques sont capables d'attirer des morceaux de papier; au milieu du 18e siècle, les machines à frottement de construction rudimentaire destinées à produire de l'électricité statique étaient assez courantes. Elles étaient constituées principalement par un cylindre de verre que l'on faisait tourner rapidement à la main et contre lequel venait s'appliquer un coussin de cuir. C.M. proposa donc d'utiliser l'électricité produite par cette machine, de la conduire par un fil et de lui faire attirer, du côté de la réception,



10

les morceaux de papier correspondant à la lettre de l'alphabet désirée. Ce sont, en vérité, les éléments fondamentaux de la télégraphie électrique: une source d'électricité, la manipulation nécessaire pour traiter l'information à transmettre, les fils conducteurs et le mécanisme installé à l'extrémité de réception permettant de lire l'information transmise.

Cependant, en 1753, les conditions pratiques et économiques n'étaient pas encore mûres pour l'avènement de la télégraphie électrique. A cette époque, l'électricité statique était le plus souvent utilisée par le propriétaire d'une machine à frottement pour divertir des amis qui se piquaient de science. On s'amusait par exemple à faire passer des décharges électriques à travers un cercle de 20 ou 30 personnes se tenant par la main; toutes étaient frappées au même instant. Cette expérience a été faite à très grande échelle par l'Abbé Nollet (1700-1770) qui avait fait passer la décharge par un cercle de plus d'un kilomètre et demi de circonférence, formé par deux cents moines de l'ordre des Chartreux, reliés les uns aux autres par des fils de fer.

Il est évident que l'on se rendait compte alors de la très grande vitesse de transmission de l'énergie électrique mais, en 1753, année où Voltaire discutait philosophie avec Frédéric de Prusse, à Potsdam, et où le grand botaniste suédois Charles Linné était élu membre de la Royal Society de Londres, la télégraphie électrique n'était pas prise au sérieux.

Dès 1787, un Espagnol nommé Bétancourt avait fait des essais de transmission télégraphique entre Madrid et Aranjuez, à l'aide de l'électricité statique fournie par des bouteilles de Leyde. Il convient de citer encore brièvement deux autres propositions touchant à la télégraphie électrostatique. Don Francisco Salvá de Barcelone proposa, en 1795, de diriger des décharges provenant de bouteilles de Leyde sur des opérateurs placés à l'extrémité de réception, au moyen de plusieurs fils de transmission. Un rapport indique que, trois ans plus tard, ce système modifié, puisqu'il ne comportait alors plus qu'un fil, a été effectivement installé entre Madrid et Aranjuez, sur une distance de 42 km. Il servait probablement à la transmission de messages destinés à la famille royale.

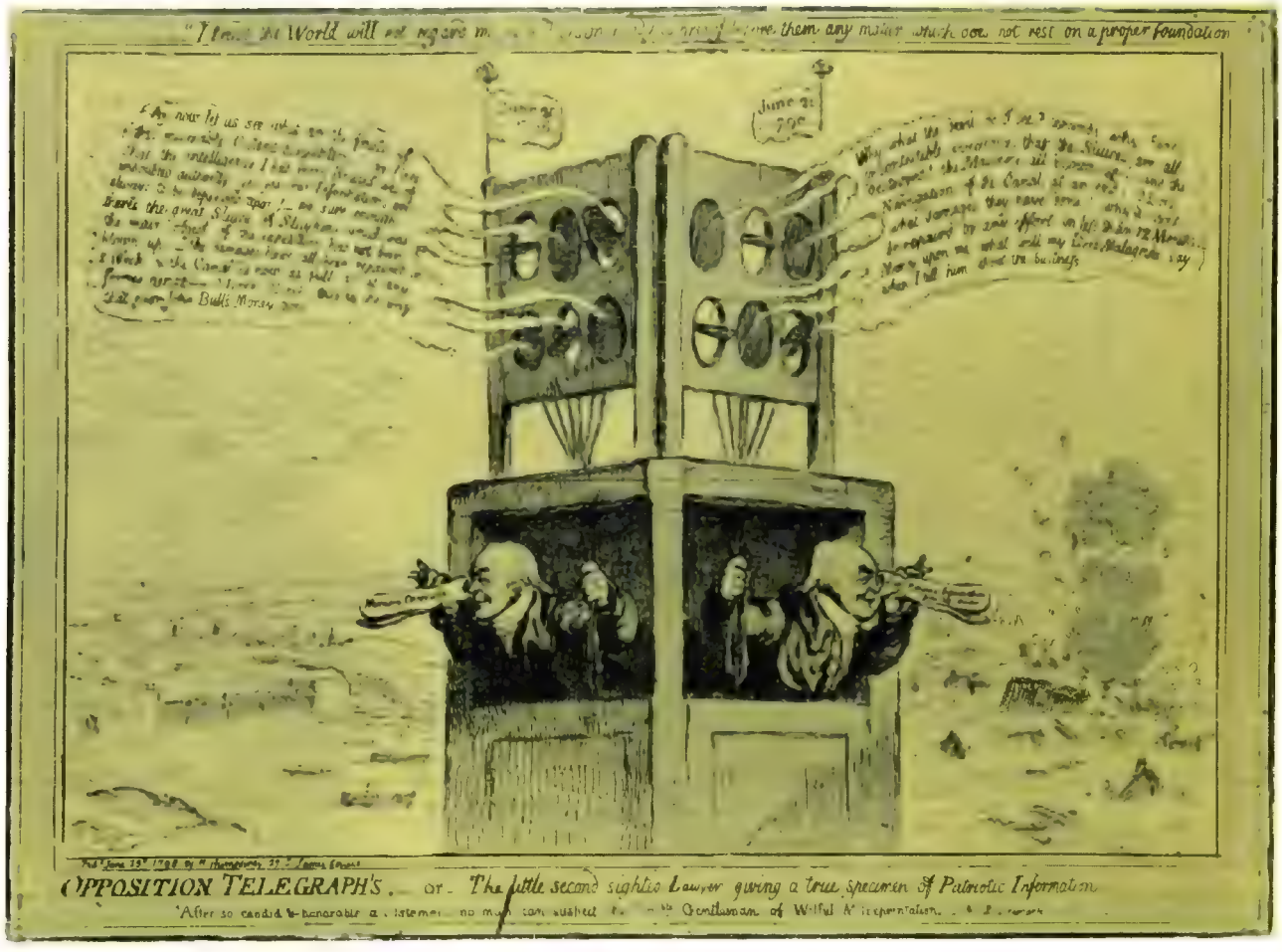
Un autre expérimentateur, Sir Francis Ronalds (1788-1873), commerçant anglais, entreprit ses expériences sur l'électricité statique en 1816. Il habitait alors Hammersmith, dans la banlieue de Londres. Sa demeure située au bord de la Tamise était entourée d'un jardin de deux cents mètres de longueur, dans lequel il entreprit de démontrer la vitesse de la transmission électrique. Il édifia à cet effet deux grands cadres de bois et suspendit entre eux un fil d'une longueur totale de près de 13 km. A une extrémité, il connecta une machine à frottement et à l'autre une paire de boules de moelle de sureau qui s'écartaient l'une de l'autre lorsque la ligne était chargée. A sa station d'émission, Sir Francis avait installé un disque rotatif sur lequel étaient fixées les lettres de l'alphabet. Le disque était actionné

11

10 *Réseaux des lignes du télégraphe optique de Chappe au début du 19e siècle.*

11 *Avec ses 750 kilomètres, la ligne de télégraphie optique Berlin-Coblence, installée de 1832 à 1834 par les soins du fonctionnaire des Postes Pistor et du commandant O'Etzel, était la plus longue du monde. La transmission d'un signal télégraphique sur cette ligne pouvait se faire en une minute et demie environ. Elle fut remplacée en 1848 par une ligne électrique.*

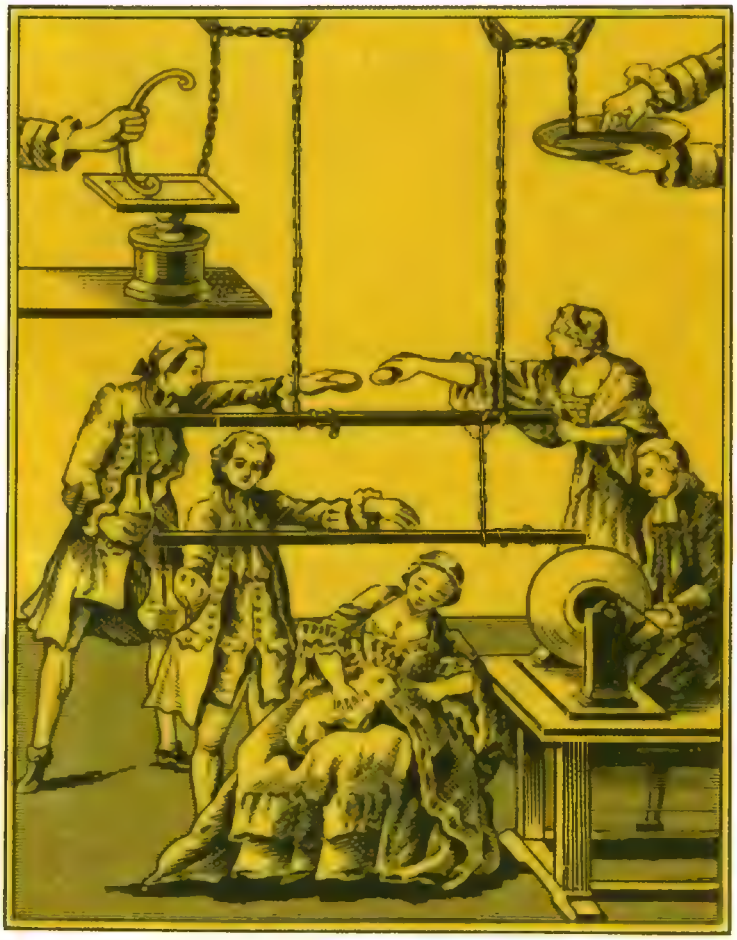
12 *Caricature de 1798 sur le télégraphe optique inventé par Lord Murray et utilisé en Angleterre. Deux messages contradictoires sont reçus au sujet d'une expédition navale anglaise à Ostende.*



12

13 *Vers le milieu du 18e siècle, on se servait couramment de machines à friction rudimentaires pour produire de l'énergie électrostatique. Elles étaient généralement utilisées comme jeu de société. L'électricité produite par le frottement d'une sphère de verre était transmise à l'équipement suspendu, au moyen des chaînes. On voit à droite l'Abbé Nollet faisant fonctionner la machine.*

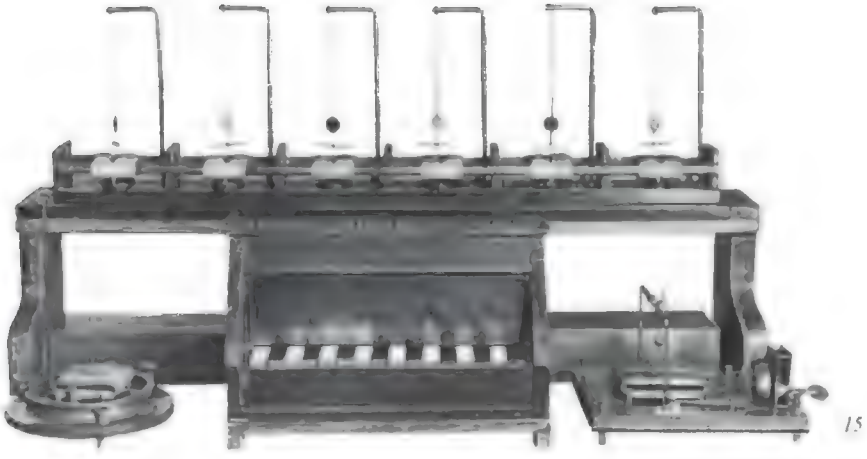
14 *L'un des premiers télégraphes électriques fut construit par Georges Lesage à Genève, en 1774. Il comportait un seul fil pour chaque lettre de l'alphabet.*



13

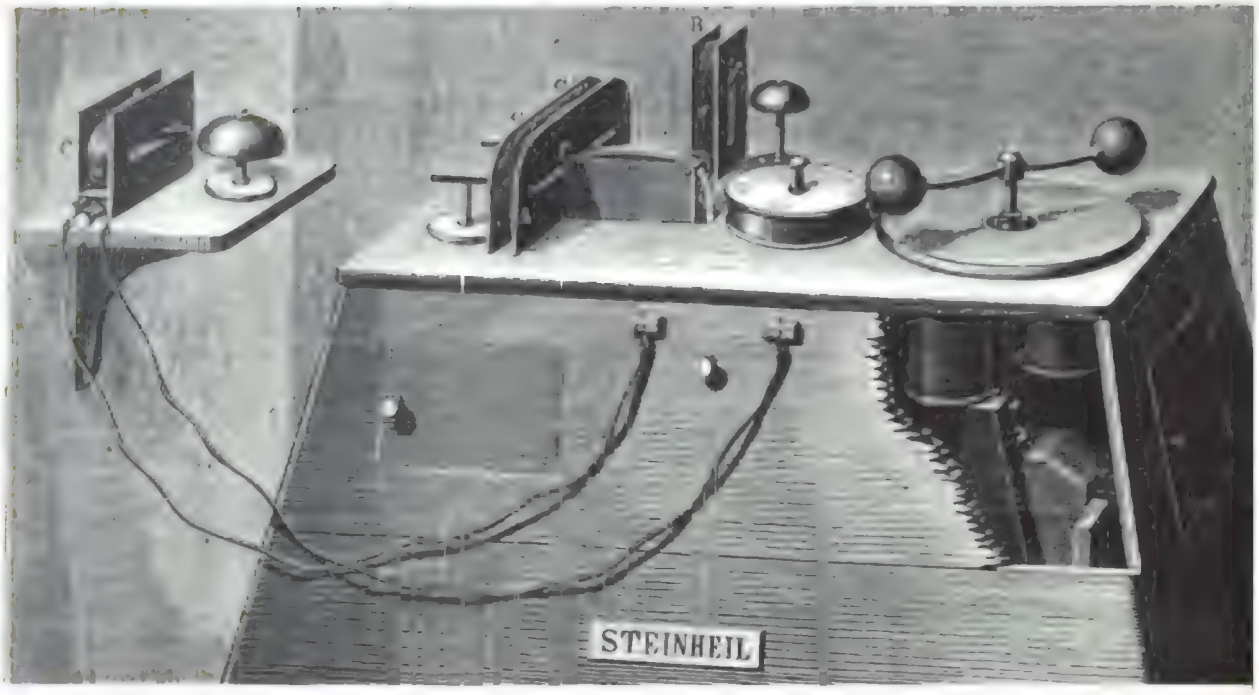
15 *Un des premiers télégraphes électro-magnétiques, inventé par le savant russe Pavel Lvovitch Schilling en 1832.*

16 *Télégraphe du professeur Karl A. Steinheil de l'Académie des Sciences de Bavière, 1836.*



15

14



16

par un mécanisme d'horlogerie et son mouvement était synchronisé avec celui d'un disque analogue se trouvant à l'extrémité de réception.

La ligne était chargée continuellement, mais l'opérateur la déchargeait lorsqu'il voyait apparaître la lettre désirée sur son disque; à l'extrémité de réception, le deuxième opérateur voyait retomber les boules de son cadran indicateur lorsque la lettre correspondante devenait visible. Le système était assurément fort ingénieux et avait l'avantage de fonctionner. C'était déjà un progrès sur les systèmes précédents.

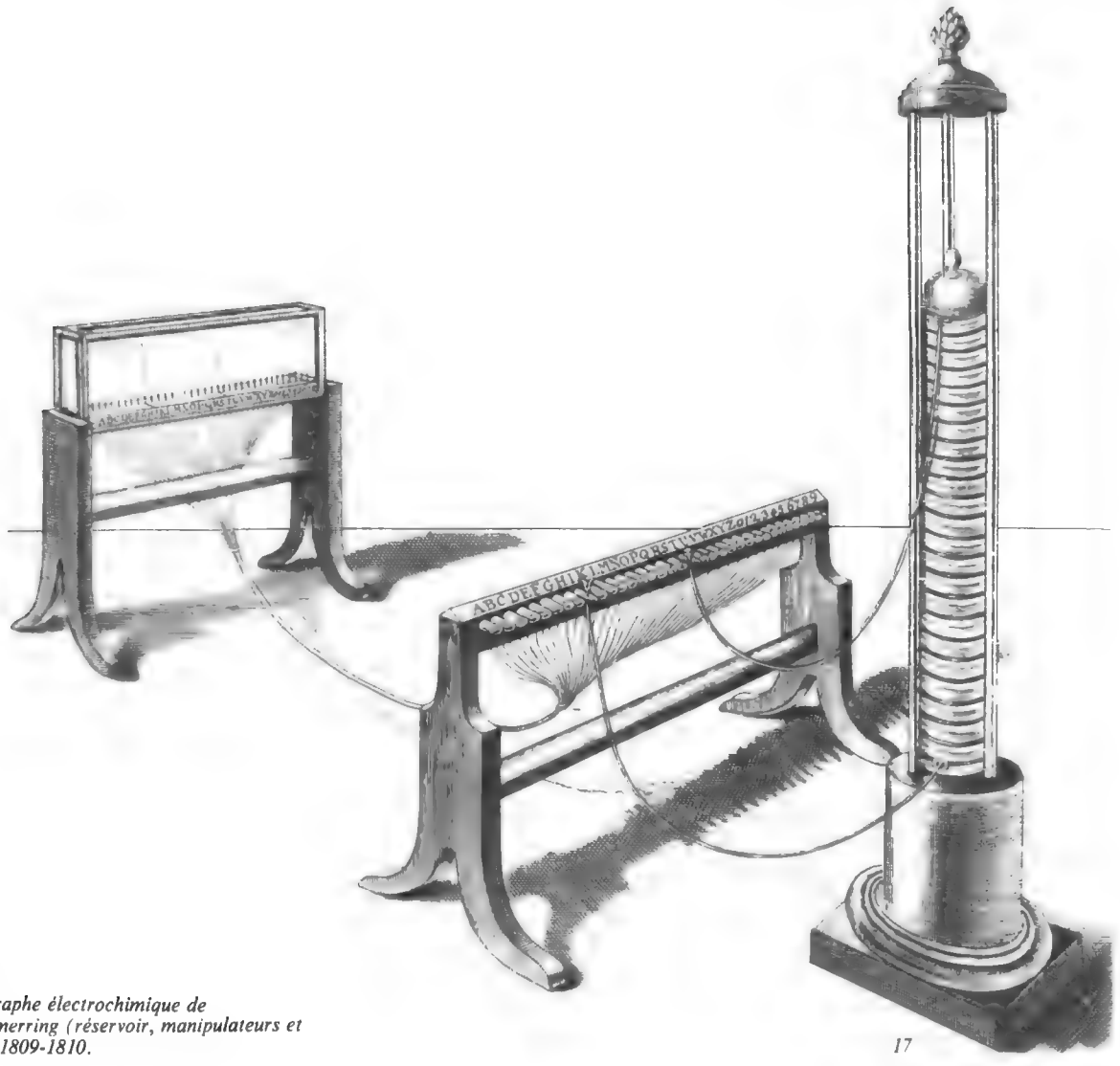
L'idée méritait assurément l'attention des autorités mais, lorsque le système fut présenté à l'Amirauté, Sir Francis fut informé « qu'aucun télégraphe de quelque espèce que ce soit ne présente actuellement la moindre utilité et l'on n'envisage l'adoption d'aucun système autre que celui qui est déjà en usage ». Il est certain que Lord Murray avait à l'Amirauté des amis plus sûrs que Sir Francis.

Mais quoi que l'Amirauté britannique ait pu penser de l'utilité du télégraphe au début du 19e siècle, les expériences fondamentales qui devaient permettre au télégraphe électrique de triompher au cours des années suivantes avaient déjà été faites en Italie par Alessandro Volta (1745-1827) et Luigi Galvani (1737-1798). Il s'agissait d'une nouvelle sorte d'électricité dont la tension était beaucoup plus faible, mais dont l'importance pratique allait se révéler bien supérieure à celle des décharges obtenues à partir de la machine à frottement. Il devait se démontrer que cette nouvelle forme d'énergie serait aussi abondante et maniable que l'électricité statique avait été insaisissable et capricieuse.

L'un des premiers phénomènes observés, en 1800, avec l'électricité « voltaïque » fut la décomposition électrolytique de l'eau en deux éléments gazeux, l'hydrogène et l'oxygène, et ce n'est que quatre ans plus tard que l'ingénieux Salvá, de Barcelone, proposa d'utiliser l'apparition des bulles d'hydrogène sur l'électrode négative comme indicateur dans un nouveau système télégraphique; mais cette idée était d'aussi piètre intérêt pratique que son système précédent qui consistait à donner aux opérateurs des « chocs alphabétiques ».

S. T. von Soemmerring (1755-1830) décrivit un télégraphe électrochimique à l'Académie des Sciences de Munich, au cours de l'été 1809, et fit de nombreuses démonstrations à ses amis. L'un d'eux, le Baron Schilling, attaché à l'Ambassade de Russie à Munich, après avoir assisté aux expériences de Soemmerring, consacra beaucoup de temps et d'efforts à la construction d'un télégraphe électromagnétique de son invention.

Schilling influença à son tour Cooke, l'un des véritables pionniers de la télégraphie électrique; comme dans le télégraphe de Salvá, une pile «voltaïque» fournissait du courant à l'appareil de Soemmerring; le système de transmission étant formé de 35 conducteurs, des bulles d'hydrogène apparaissaient à l'une des 35 électrodes immergées dans l'eau à l'extrémité de réception. On utilisait un fil par lettre et 10 fils supplémentaires pour les chiffres.



17 *Télégraphe électrochimique de Soemmerring (réservoir, manipulateurs et pile), 1809-1810.*

17

Le physicien américain Dyer, qui employait un seul fil dans son système et utilisait du papier de tournesol comme indicateur de signaux, a apporté de légers perfectionnements aux télégraphes de l'époque. En 1828, son système fut utilisé sur un terrain de course de Long Island. La distance de transmission atteignait 10 km mais, du fait de l'emploi de l'électricité statique, son appareil n'a pas fonctionné plus de deux ans.

Ce bref aperçu de l'histoire des précurseurs du télégraphe électrique démontre de façon fort attrayante que dans le domaine de la technologie, un inventeur doit mettre au point et exploiter son système avant d'escompter une quelconque reconnaissance ou la moindre récompense. Si ses idées devancent exagérément les possibilités techniques de son époque, il ne peut espérer qu'une mention honorable dans les manuels d'histoire de la science. Comme nous l'avons déjà montré plus haut et comme nous allons en discuter plus en détail, il est bien rare que des idées qui n'ont pas eu de succès soient directement reprises par un autre pionnier capable de les faire fructifier.

18

Les pionniers du télégraphe

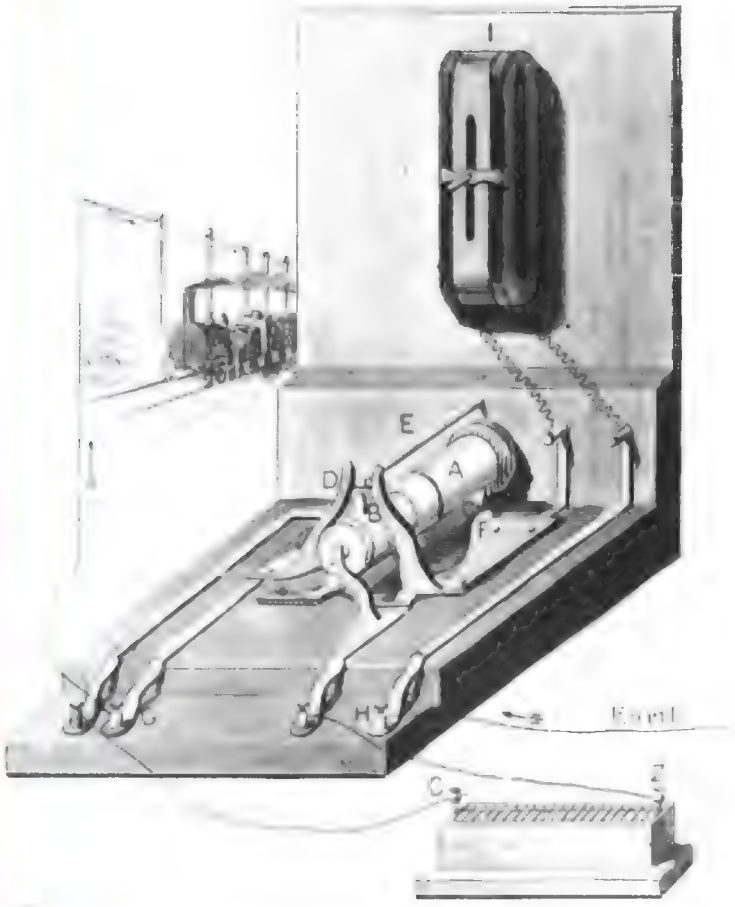
Comme l'écrivait Charles Dickens, le chemin de fer à vapeur apportait dans sa course puissante la civilisation et le progrès; ce fut en effet l'invention la plus frappante et la plus révolutionnaire du 19e siècle. En 1830, avec l'inauguration de la première ligne de chemin de fer publique Liverpool-Manchester, sur laquelle les trains filaient à des vitesses atteignant... 45 km à l'heure, l'humanité entrait dans l'ère des communications rapides qui allaient bouleverser la vie politique et économique du monde entier. Le premier bateau à vapeur avait précédé de peu la mise en service des transports mécaniques terrestres: en 1819, le *Savannah* construit par les Américains avait traversé l'océan Atlantique; son moteur équipé de roues à aubes était assisté par les voiles du navire. Au milieu du 19e siècle, un réseau de chemins de fer s'étendait sur toute l'Europe et, en 1858, le fameux géant *Great Eastern* avait été laborieusement lancé, par le flanc, sur la Tamise; sa coque de fer pesait 6 250 tonnes, son moteur développait 6 600 CV et il atteignait la vitesse de 14 nœuds. Le chemin de fer et le *Great Eastern* devaient avoir tous deux une influence décisive sur l'histoire du télégraphe électrique.

Nous avons déjà vu avec quel intérêt le Baron Schilling, diplomate russe, s'était lancé dans des expériences de transmission électrique. Sa contribution la plus appréciable fut, en 1832, d'avoir utilisé pour les besoins de la télégraphie, la déviation de l'aiguille aimantée provoquée par le passage d'un courant électrique au voisinage de cette dernière. Ce phénomène avait été observé par H. C. Oersted (1777-1851), professeur de physique à l'Université de Copenhague, qui en avait publié en 1820 une description en latin. Appliquant le principe du galvanomètre, Schilling mit à profit la déviation de l'aiguille qui lui servait d'indicateur à l'extrémité de réception de son télégraphe. Cet ingénieux diplomate mourut en 1837, l'année même où l'Empereur Nicolas Ier avait nommé une commission chargée de donner des avis sur l'installation d'un télégraphe de Schilling entre Saint-Pétersbourg et le Palais Impérial de Peterhof.

En 1833, Gauss et Weber construisirent à Göttingen le premier télégraphe électromagnétique à aiguille susceptible d'application pratique. Ils s'en servirent jusqu'en 1838 pour transmettre des renseignements scientifiques entre le Laboratoire de physique de l'Université et l'Observatoire astronomique, sur une distance de 1 kilomètre. Le principe du télégraphe de Gauss et Weber, avec ses signaux à quatre moments, était analogue à celui du « galvanomètre de marine », imaginé en 1858 par Sir William Thomson pour être utilisé sur les longs câbles sous-marins.

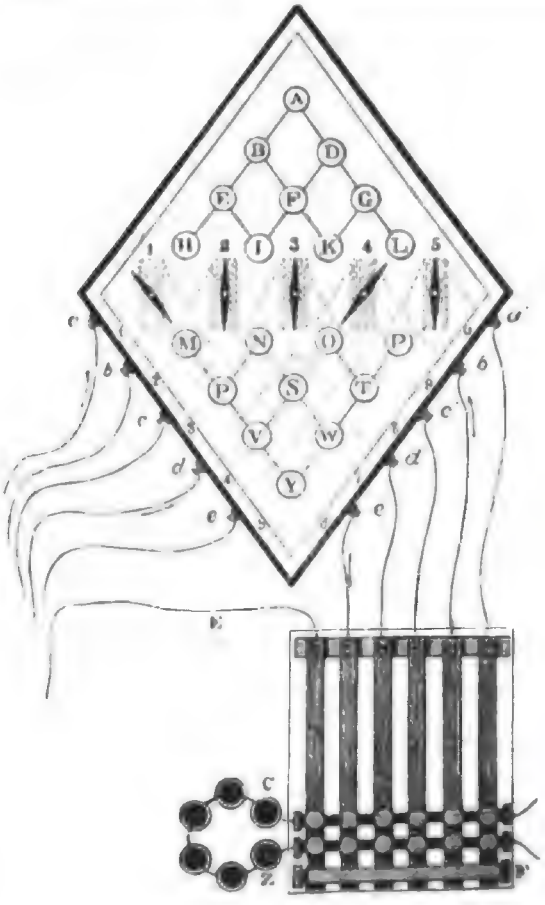
En mars 1836, un modèle du télégraphe de Schilling tomba sous les yeux d'un jeune Anglais qui venait d'être réformé de l'armée des Indes: William Fothergill Cooke (1806-1879). Le mois suivant, de retour en Angleterre, il construisit plusieurs prototypes de télégraphe, l'un d'eux devant être installé sur la ligne de chemin de fer Liverpool-Manchester. Comme il se trouvait aux prises avec de nombreuses difficultés, il appela à l'aide Charles Wheatstone (1802-1875), professeur de physique au Kings College de Londres. Ils s'associèrent et obtinrent en juin 1837 leur premier brevet; en juillet de cette même année, ils firent devant les directeurs de la nouvelle compagnie de chemin de

19



20

21



22

18 *Le télégraphe électrique de Wheatstone a été utilisé sur le chemin de fer de Croydon en 1845.*

9-20 *Télégraphe Wheatstone et sa connexion avec le chemin de fer. A gauche, face antérieure du télégraphe; à droite, vue postérieure du même dispositif avec une ligne installée le long de la voie ferrée.*

21 *Manière dont les cinq aiguilles du télégraphe Wheatstone indiquaient vingt lettres de l'alphabet. Sur l'illustration: position d'envoi de la lettre « V »; c'est le seul point d'intersection du prolongement de deux aiguilles.*

fer Londres-Birmingham, une démonstration de leur télégraphe à cinq indicateurs, entre Euston et Camden Town, sur une distance d'environ un kilomètre et demi; mais les directeurs ne furent pas convaincus de l'intérêt de ce système qui comportait cinq aiguilles aimantées dont les intersections deux à deux correspondaient aux positions de 20 lettres de l'alphabet, 10 au-dessus et 10 au-dessous de l'axe du système.

En revanche, les directeurs de la compagnie *Great Western Railway* se montrèrent plus hardis. Ils chargèrent Cooke et Wheatstone d'installer un télégraphe entre la gare de Paddington (terminus londonien de leur ligne) et West Drayton, sur une distance de 21 km. Le télégraphe commença à fonctionner le 9 juillet 1839 et fut prolongé le long de cette ligne jusqu'à Slough en 1843. Ce dernier modèle ne comportait que deux aiguilles et la transmission des messages nécessitait l'utilisation d'un code.

D'autres compagnies de chemin de fer adoptèrent ce système et, en 1845, les utilisateurs, fort satisfaits, versaient aux deux pionniers des redevances très substantielles. Mais un jour il se révéla, de manière assez dramatique, que le télégraphe pouvait avoir bien d'autres clients que les chemins de fer. En effet, le 1er janvier 1845, l'opérateur de la gare de Paddington reçut de Slough un télégramme l'informant qu'un meurtre venait d'être commis et qu'un suspect avait pris le train de 7 h 42 se dirigeant vers Paddington; il devait se trouver dans le dernier compartiment du deuxième wagon de 1re classe. Un policier cueillit le voyageur à la gare de Paddington. Lorsque, par la suite, l'assassin — un certain John Tawell — fut pendu, le télégraphe était devenu le sujet de toutes les conversations à Londres. Le public se rendit compte que même la « grande » vitesse des chemins de fer pouvait être dépassée et que, comme l'Abbé Nollet l'avait déjà montré avec ses deux cents chartreux, le courant électrique était « aussi rapide que la lumière ». (L'électricité et la lumière se propagent comme on le sait à la vitesse maximum absolue: 300 000 km/s.)

Cooke et Wheatstone continuèrent à perfectionner leur télégraphe et réduisirent finalement le nombre des aiguilles à une seule. Leur système resta en usage pendant fort longtemps sur les chemins de fer britanniques; il fut même maintenu, en certains endroits, jusqu'au 20e siècle. En 1846, les deux associés fondèrent l'Electric Telegraph Company et en 1852, on estimait que l'Angleterre comptait quelque 6 500 km de lignes télégraphiques. La Reine Victoria anoblit Cooke et Wheatstone: Sir William et Sir Charles peuvent être considérés comme deux grands pionniers de la télégraphie.

Il convient de citer encore deux autres grands pionniers: Samuel Finley Breeze Morse (1791-1872) et Alfred Vail, son associé. Morse était un peintre américain assez connu, spécialisé dans les scènes historiques. C'est en 1832, au cours de son retour d'Europe où il avait fait un voyage d'études artistiques, qu'il commença à s'intéresser aux électro-aimants dont un de ses compagnons de route lui avait enseigné les propriétés. Le peintre fut frappé par

22 *Un « télégraphe électrique comique », inventé par G. R. Smith, fut présenté à la grande Exposition de Londres de 1851. Des tringles de fer repliées et fixées aux yeux et à la bouche d'une effigie burlesque, actionnées par un électro-aimant, faisaient grimacer le visage. En outre, un code composé de —, + et / servait à épeler l'alphabet dont les lettres apparaissaient au-dessus de la figure.*

23

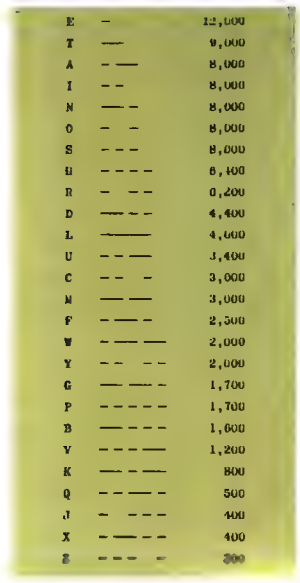
l'ingéniosité et la nouveauté de ce dispositif et il lui vint à l'idée de s'en servir comme élément actif d'un télégraphe électrique.

Morse se proposait d'utiliser le passage d'un courant électrique dans un électro-aimant pour faire mouvoir une plume ou un crayon, de manière qu'ils laissent une trace sur un papier se déplaçant au-dessous. Il est évident que l'enregistrement durable de messages télégraphiques sur papier allait constituer une très remarquable innovation. En 1835, Morse fut nommé professeur d'histoire de l'art et de dessin à la New University de New York et ses fonctions lui laissèrent suffisamment de loisirs pour construire cette année-là son premier télégraphe. C'était un prototype rudimentaire et il restait encore beaucoup à faire pour lui donner une véritable utilité pratique. C'est seulement en 1837 que les talents de mécanicien d'Alfred Vail, joints à la ténacité persuasive de Morse, frayèrent la voie du succès.

Le fonctionnement mécanique du télégraphe fut progressivement perfectionné et Morse élabora son fameux code dans lequel les signes les plus simples correspondent aux lettres de l'alphabet les plus fréquemment utilisées en imprimerie. Après avoir tenté sans succès d'obtenir des fonds du Congrès et des brevets en Europe, Morse se vit finalement attribuer, en 1843, un crédit de 30 000 dollars pour établir une ligne télégraphique entre Washington et Baltimore; elle fut inaugurée le 1er janvier 1845. On dit que le premier message envoyé par Morse fut la phrase: «What hath God wrought». C'est par cette même exclamation admirative que le Président Kennedy termina la première conversation téléphonique relayée par le satellite SYNCOM, le 23 août 1963. Il s'adressait ce jour-là au Premier Ministre de la Fédération de Nigeria et les voix des deux interlocuteurs avaient franchi une distance d'environ 72 000 km.

Le développement du télégraphe aux Etats-Unis n'a pas été aussi régulier qu'en Europe où les services télégraphiques étaient aux mains des gouvernements. En 1847, le Congrès vend la ligne Washington-Baltimore à un groupe privé, et c'est seulement en 1865, lorsque Hiram Sibley rachète plusieurs compagnies privées de création récente pour constituer la Western Union Telegraph Company, que l'on assiste soudain à une véritable expansion de ce moyen de communication. En 1866, la Western Union possède 2250 bureaux et ses lignes ont passé de 900 à 120 000 km; l'un des facteurs les plus puissants de ce développement est la création d'un service de nouvelles télégraphiques pour les quotidiens de New York, dirigé par Associated Press.

En Europe aussi, les quotidiens sont parmi les premiers et les meilleurs clients du télégraphe dès que celui-ci n'est plus exclusivement réservé aux chemins de fer et devient ouvert au public. Julius Reuter (1816-1899) restera dans l'histoire comme l'un des utilisateurs les plus imaginatifs de ce nouveau moyen de communication. En 1850, alors qu'il existe encore une lacune de 150 km entre la ligne Paris-Bruxelles et la ligne Berlin-Aix-la-Chapelle, il



24

assure pendant un certain temps la liaison au moyen de pigeons voyageurs; peu après Noël 1850, Berlin est enfin relié à Paris et Reuter retourne à Londres. C'est là que pendant près d'un demi-siècle il construit sa réputation et sa fortune sur la diffusion des nouvelles politiques, financières et économiques par les « télégrammes Reuter ».

Vers le milieu du 19e siècle, le rassemblement et la diffusion des nouvelles à travers le continent européen devenaient parfaitement possibles. L'installation des premières lignes télégraphiques fut achevée aux dates suivantes, en France: 1845, en Autriche-Hongrie et en Belgique: 1846, dans la péninsule italienne: 1847, en Suisse: 1852 et en Russie: 1853. La ligne de télégraphie optique Berlin-Cologne avait été électrifiée en 1849. On constate qu'il y a toujours eu un délai inévitable entre la construction des premières lignes — qui pour la plupart étaient initialement destinées aux besoins des chemins de fer – et leur mise à la disposition du public (comme ce fut par exemple le cas en France entre 1845 et 1850). Cependant, une fois cette étape franchie, le télégraphe vit toujours affluer trois catégories de clients qui lui assurèrent un développement rapide et continu.

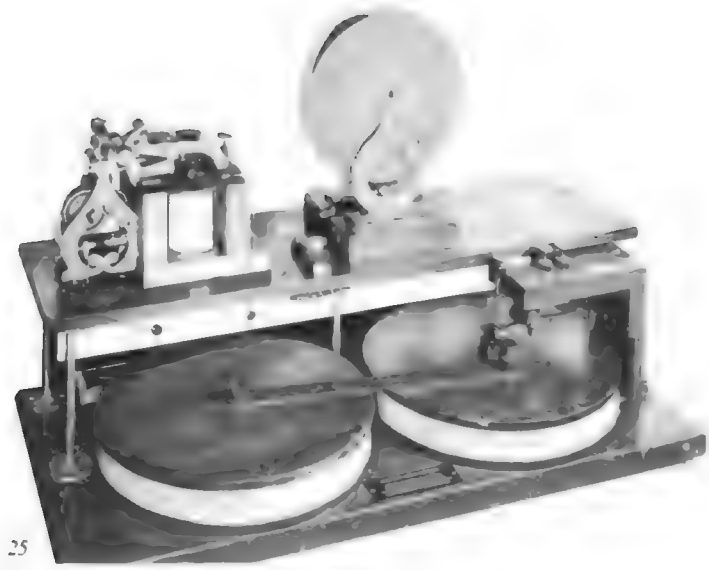
L'Etat se rendit compte que le télégraphe constituait un moyen efficace de centraliser le pouvoir et l'action du gouvernement; les compagnies de chemin de fer comptaient sur lui pour assurer une exploitation sûre et rapide, tandis que les milieux d'affaires et la presse ne furent pas longs à s'apercevoir que la prompte diffusion des cotations de bourses étrangères ou des nouvelles politiques constituait pour eux une source appréciable de profits. Dans les nombreux pays nouveaux qui ont acquis leur indépendance politique au milieu du 20e siècle, on retrouve le même facteur de développement. Sans les communications rapides et sûres qu'il est actuellement possible d'établir par fil et par radio, aucun Etat, aucun transport, aucune industrie ne peut se développer.

Mais, en 1850, il restait un obstacle que ni les sémaphores du télégraphe optique ni le nouveau télégraphe électrique n'avaient encore vaincu: la mer. Pour pouvoir poser un câble télégraphique au fond de la mer, il fallait isoler l'âme de ce câble et cette opération resta impossible jusqu'en 1847, date à laquelle furent mises au point, notamment par Werner Siemens, des machines permettant d'appliquer de la gutta-percha sur des fils de cuivre. C'est ainsi qu'il avait fallu renoncer à prolonger la ligne télégraphique Londres-Douvres, inaugurée en 1846. Wheatstone avait bien proposé de relier l'Angleterre à la France par un câble et Morse avait même réussi à poser un câble de faible longueur entre Castle Garden et Governor's Island, dans le port de New York, mais c'est aux frères John et Jacob Brett que revient le succès de la pose du premier câble sous-marin en haute mer, entre le cap Gris-Nez en France et le cap Southerland en Angleterre.

Il fut posé par le remorqueur *Goliath* le 28 août 1850 mais ne servit pas longtemps. Un pêcheur qui avait pris le câble dans son chalut, en coupa un morceau et le rapporta triomphalement comme un spécimen d'algue marine

23 *Alphabet Morse.*

24 *Code original de Morse montrant la relation avec les nombres de caractères de chaque type évalués par Morse dans une imprimerie. Le code international moderne repose également sur cette statistique.*



25

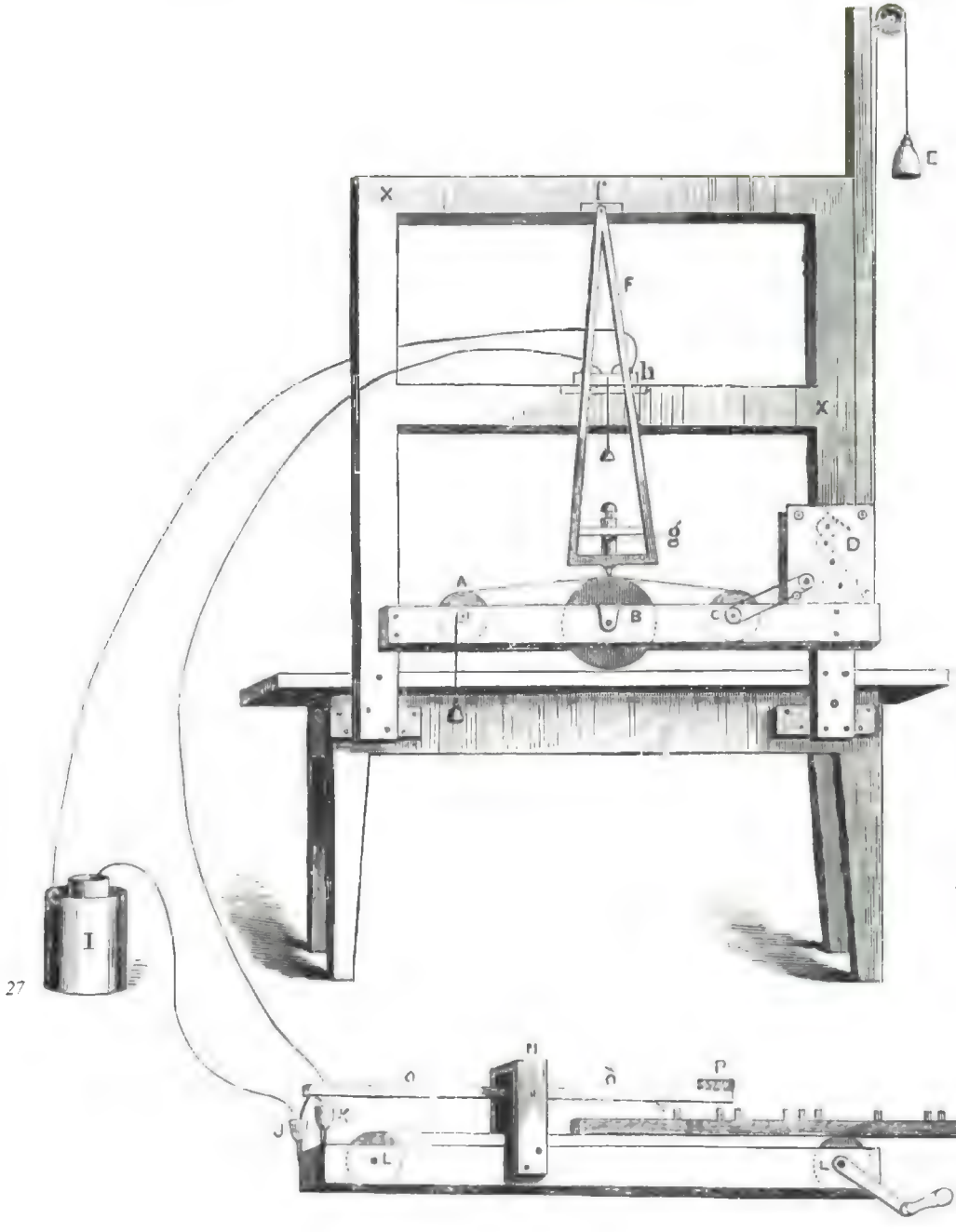
dont la partie centrale était remplie d'or. Un deuxième câble, posé l'année suivante, eut un sort plus heureux. Il consistait en quatre fils de cuivre de 1,65 mm de diamètre chacun, gainés de deux couches de gutta-percha; les quatre fils isolés formaient un toron revêtu de toile goudronnée et armé de dix fils de fer galvanisés de 7 mm de diamètre chacun. C'était là une protection utile contre les pêcheurs et le câble resta en service pendant longtemps.

Lorsqu'il eut été démontré qu'il était possible et économiquement avantageux de poser des câbles télégraphiques dans la mer, on assista à une véritable ruée. En 1852, le Pays de Galles et l'Ecosse étaient tous deux reliés à l'Irlande, tandis que l'année suivante, un câble posé dans la mer du Nord assurait la liaison entre l'Angleterre, la Belgique et le Danemark. Dans la Méditerranée, des câbles furent notamment posés en 1854 entre l'Italie, la Corse et la Sardaigne. En 1857, on pouvait envoyer de Ceylan des télégrammes en Inde par deux câbles sous-marins et, en 1859, il existait un câble sous-marin entre la Tasmanie et le continent australien. En 1860, une liaison par câble télégraphique était établie entre Londres et le continent indien; les derniers tronçons sous-marins, qui avaient été posés cette année-là, passaient par Suez, Kosseir, Souakim, Aden, Hallania et Mascate pour atteindre Karachi. Au cours des quinze ans qui s'écoulèrent de 1845 à 1860 — depuis le jour où l'on avait transmis le signalement d'un meurtrier par la ligne télégraphique d'un chemin de fer — le télégraphe électrique acquit un caractère véritablement international et devint pour les gouvernements un instrument de première nécessité.

Mais le câble le plus important restait encore à poser: celui qui devait traverser l'océan Atlantique. Sa pose fut, il faut le dire, une épopée illustrée d'exemples de courage, d'initiative et de persévérance comme on en rapporta rarement dans toute l'histoire des télécommunications. Le héros principal de cette grande aventure fut l'Américain Cyrus Field (1819-1892) dont les efforts inlassables vinrent à bout de tous les obstacles. La structure du premier câble transatlantique différait sensiblement de celle des câbles précédents: au centre, une âme composée d'un toron de sept fils de cuivre pur gainé de trois couches de gutta-percha; cette âme, d'un diamètre extérieur de près de 12,2 mm, était revêtue d'une mince couche de toile goudronnée et armée de dix-huit torons formés chacun de sept fils de fer. On en fabriqua une longueur totale de 3 200 kilomètres que l'on chargea à bord de l'*Agamemnon*, navire de guerre britannique en bois, propulsé par une hélice et armé d'un gréement de fortune. La pose commença le 7 août 1857 au départ de Valentia, sur la côte ouest de l'Irlande. Le 17 août, le câble se rompit par 3 700 mètres de fond et le projet fut abandonné pour un an.

L'année suivante, on adopta un plan différent. L'*Agamemnon* et le navire américain *Niagara*, tous deux chargés d'une longueur de câble appropriée, se rencontrèrent au milieu de l'Océan pour épisser leurs câbles et les dérouler chacun en direction de son port d'attache. Le 28 juin, la troisième tentative d'épissure s'étant révélée d'une qualité satisfaisante, les deux navires quittèrent leur point de ralliement mais, au bout de 230 km seulement, le câble se

26



25 *Réplique de l'instrument avec lequel Morse a envoyé le premier message télégraphique public le 24 mai 1844.*

26 *La grande salle du télégraphe, au siège de l'Electric and International Telegraph Company, Bell Alley, Moorgate, Londres, 1859.*

27 *Dessin d'époque du premier équipement télégraphique de Samuel Morse, 1837.*

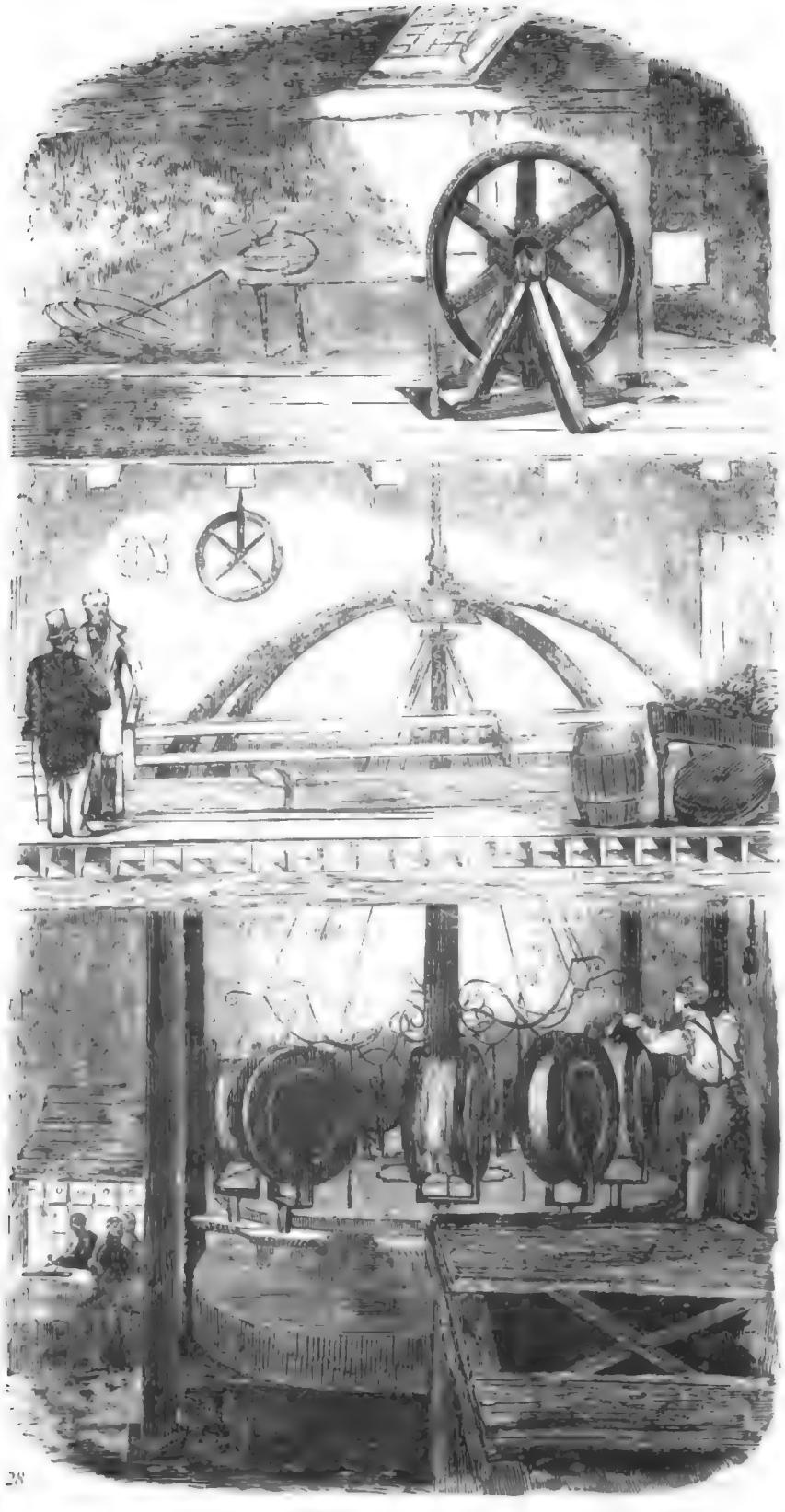
27

28 *Il a fallu inventer une machine spéciale à trois étages pour construire le premier câble télégraphique sous-marin anglo-français. Les tourets de fil tournaient autour d'un axe central et le câble s'enroulait au fur et à mesure sur une roue située à l'étage supérieur.*

29 *Station télégraphique provisoire près du cap Southerland à Douvres, extrémité anglaise de la première ligne télégraphique sous-marine.*

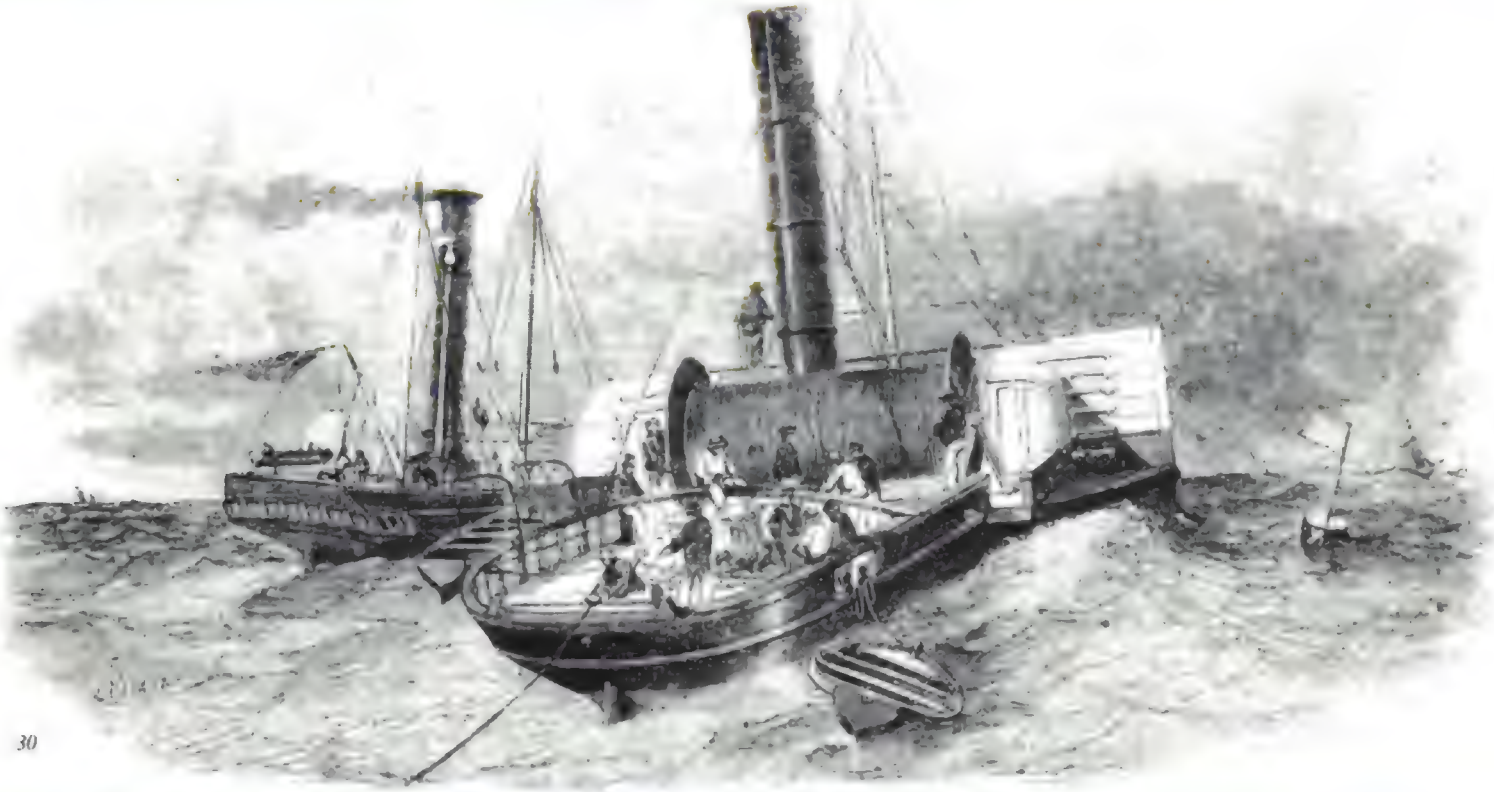
30 *Le remorqueur* Goliath *posant le câble télégraphique au milieu de la Manche; il est accompagné du paquebot* Widgeon.

31 *Le cap Gris-Nez (France), extrémité de la première liaison télégraphique à travers la Manche.*



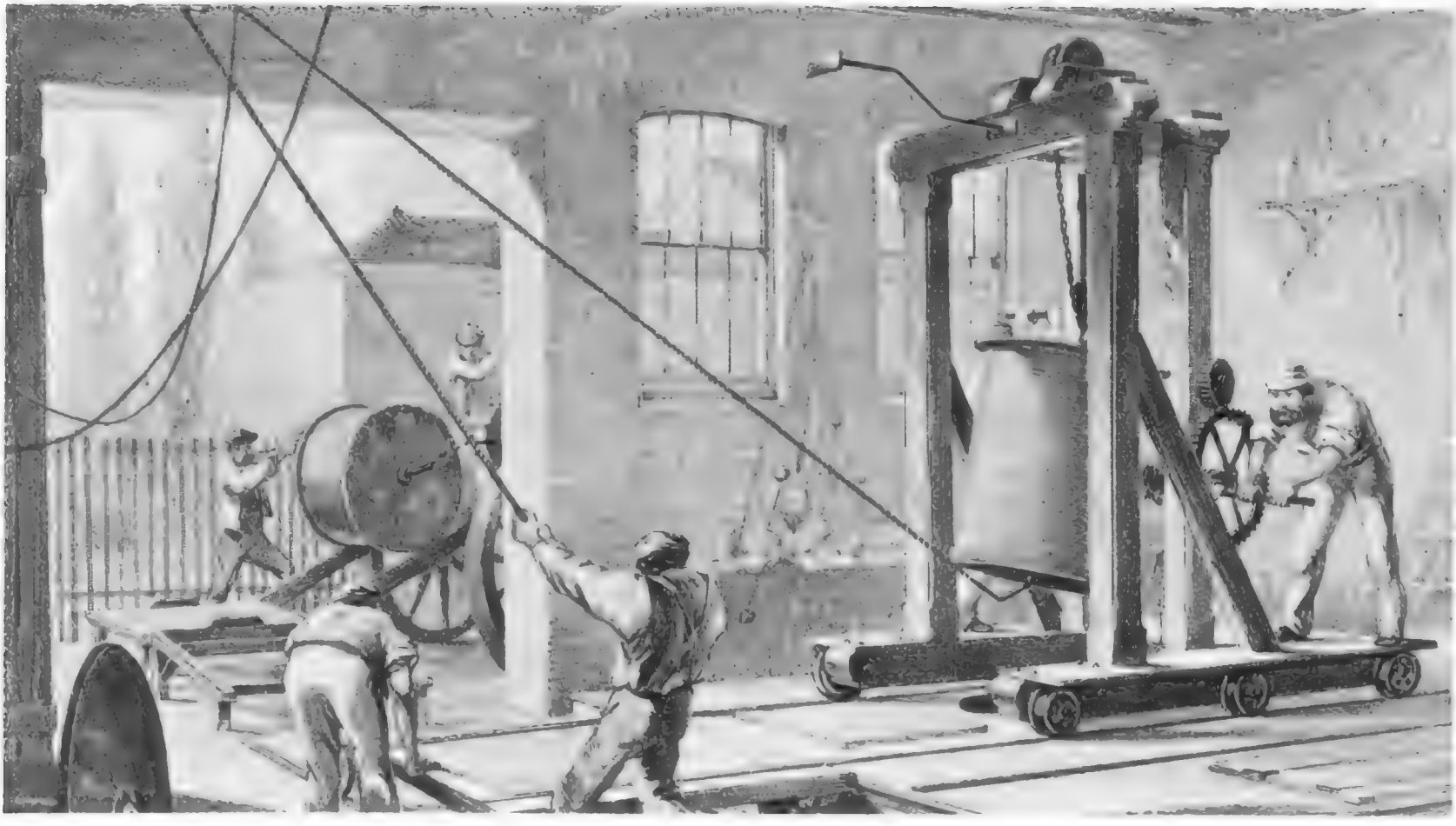
28

29



30

31



32

32 *Le câble transatlantique de 1858 a été construit à Greenwich. Ici, le câble de cuivre revêtu de gutta-percha est enlevé pour être déposé dans les cuves du navire câblier.*

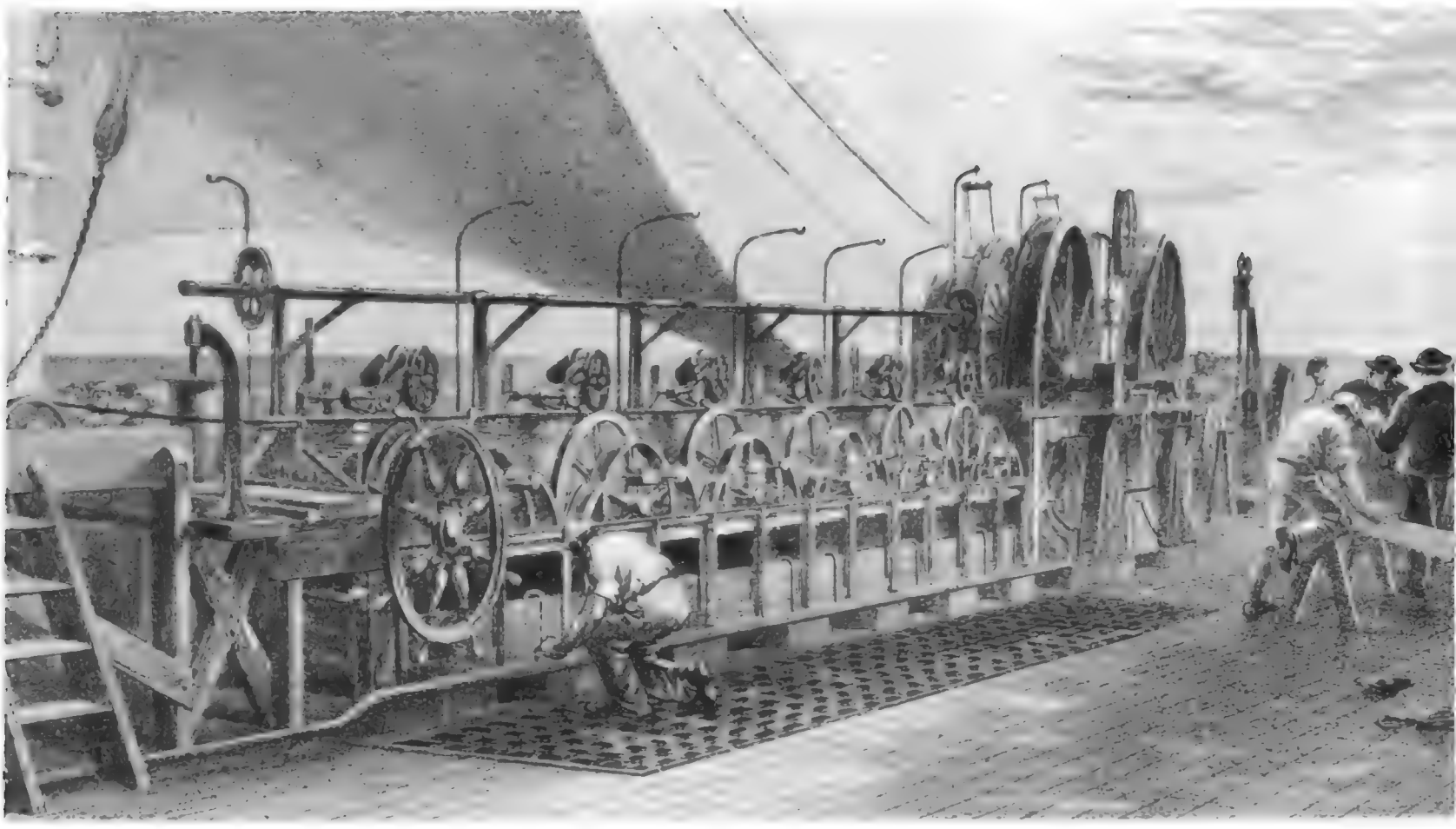
33 *L'*Agamemnon *posant le câble télégraphique transatlantique en 1858. Une baleine passe...*

33

34 *Recherche d'un défaut dans le câble après son repêchage du fond de l'Océan.*

35 *Machine de pose utilisée en 1865 à bord du* Great Eastern.

34



35

rompit sur l'*Agamemnon*. Les deux navires mirent alors le cap sur Queenstown, à Terre-Neuve, pour y recevoir des instructions de la compagnie.

Il fut décidé de faire une nouvelle tentative et, le 28 juillet 1858 à minuit, les deux navires se retrouvèrent une fois encore au milieu de l'Océan; après épissure, ils reprirent chacun leur route en directions opposées. Le 5 août, 3 240 km de câble avaient été posés, l'*Agamemnon* avait jeté l'ancre en Irlande dans la baie de Dowlas à Valentia, tandis que le *Niagara* mouillait dans la baie de la Trinité, à Terre-Neuve. A 2 h 45, ce jour-là, le premier message télégraphique traversait l'Atlantique. Il annonçait simplement au *Niagara* que l'*Agamemnon* avait amené le câble à terre.

Ces nouvelles furent accueillies en Amérique par d'extraordinaires démonstrations d'enthousiasme, tandis qu'en Angleterre, selon les chroniqueurs de l'époque, la satisfaction se manifesta d'une manière plus sereine. Les directeurs anglais envoyèrent des congratulations à leurs collègues américains et, le 14 août, la Reine Victoria envoyait un télégramme de félicitations au Président des Etats-Unis James Buchanan. Quatre cents messages furent transmis par ce premier câble, au nombre desquels un télégramme de Londres à Halifax pour annoncer que « le 62e Régiment ne devait pas rentrer en Angleterre ». On dit que cette dépêche permit à l'Angleterre de réaliser une économie de 50 000 livres.

Mais le 3 septembre 1858, vers une heure, moins d'un mois après l'envoi du premier message, un dérangement interrompit complètement les communications. On découvrit par la suite qu'un opérateur, cherchant malheureusement à appliquer des méthodes en vigueur sur les liaisons terrestres, avait utilisé une batterie de 500 éléments, de sorte que, sous l'effet des bobines d'induction installées dans le circuit, il avait soumis le câble à une tension de 2 000 volts.

La Guerre de sécession (1861-1865) n'interrompit que temporairement les efforts déployés par Cyrus Field pour poser un câble transatlantique. L'Atlantic Telegraph Company réunit de nouveaux capitaux et fit construire un nouveau câble trois fois plus lourd que le précédent. C'est au *Great Eastern* que revint cette fois la mission de poser les 3 700 km de câble à travers l'Atlantique. A cette époque, c'était le seul navire qui pût contenir un tel câble dans ses cuves. Le 23 juillet 1865, le *Great Eastern* quittait Valentia après que le câble eut été relié à une courte ligne terrestre installée sur la côte. A bord du navire se trouvait le Professeur William Thomson, qui devint par la suite Lord Kelvin (1824-1907), la plus grande personnalité scientifique de l'époque victorienne. Il était chargé de surveiller le comportement électrique du câble pendant les opérations de pose. Le 2 août, 1 900 km de câble ayant été filés sans incident, on découvrit une anomalie électrique, aussi fut-il décidé de remonter le câble, de couper le tronçon défectueux et de faire une épissure. On pensa tout d'abord que la section défectueuse se trouvait à une dizaine de

kilomètres, mais pendant les opérations de rattrapage, le câble, éraillé par le tambour, se rompit soudain. Pendant neuf jours, des efforts désespérés furent tentés pour retrouver le bout du câble et, à trois reprises, le grappin réussit à le remonter jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du fond, mais en raison de la traction extraordinaire, le filin utilisé pour le repêchage se rompait sans cesse. Lorsqu'on eut épuisé tous les stocks de cordages et d'amarres, il fallut bien admettre la défaite et le *Great Eastern* reprit la route de l'Irlande pour aborder à Crookhaven.

Enfin, 1866, ce fut l'année de la victoire: le *Great Eastern* réussit à poser un câble sans défaut entre Valentia et Trinity Bay et le premier message fut transmis le 27 juillet; depuis ce jour, les câbles transatlantiques sont un moyen normal de communication. Le *Great Eastern* confirma brillamment ses succès en récupérant le câble perdu l'année précédente; on le ligatura et l'on obtint ainsi un deuxième câble complet.

Comme on le constate dans bien d'autres domaines de l'histoire de la science et de la technologie, la télégraphie électrique n'est pas le fait d'un seul individu, si génial fût-il. Un seul pays ne saurait prétendre non plus être l'unique pionnier dans la mise en œuvre de l'un des trois grands moyens de télécommunication. Le nom des pionniers est souvent oublié bien que leur œuvre reste vivante et, si grands soient les perfectionnements apportés à la télégraphie au cours du siècle écoulé, les hommages les plus élogieux seront toujours mérités par ceux qui ont montré pour la première fois qu'il était possible de transmettre des informations à la vitesse de la lumière, autour de notre globe terrestre.

36 *Le câblier* Long Lines, *mis en service au milieu de l'année 1963 pour contribuer au développement du réseau de câbles téléphoniques transocéaniques. Cette unité appartient à la Transoceanic Cable Ship Company, filiale de l'American Telephone and Telegraph Company.*

'Tis done! the angry sea consents,
the nations stand no more apart,
With clasped hands the continents
feel throbbings of each others hearts.
Speed, speed the cable; let it run
a living girdle round the earth,
Till all the nations 'neath the sun
shall be as brothers of one hearth.

Tiré d'une ode laudative publiée au Canada en 1859, au moment où le câble de 1858 était provisoirement en service.

37 *En 1840 les diligences postales s'appelaient souvent « Telegraph », pour attirer l'attention sur leur rapidité. On voit ici la voiture du « Cambridge Telegraph » prête à partir pour faire le trajet Londres-Cambridge.*

37

Débuts de la coopération internationale

Robert Hooke, qui fut un savant remarquable en maint domaine, avait fait preuve d'un optimisme exagéré dans ses considérations sur la télégraphie optique. Il écrivit en effet dans la communication fameuse qu'il présenta à la Royal Society en 1684: « toutes choses peuvent être disposées de telle manière qu'un caractère puisse être vu à Paris une minute après avoir été exposé à Londres et il en est de même proportionnellement pour les distances plus grandes ». Lorsque, 150 ans plus tard, le système du sémaphore fut utilisé de part et d'autre de la Manche, jamais le moindre message n'a passé d'une rive à l'autre.

La télégraphie optique était exagérément coûteuse. La construction de nombreuses tours qui ne devaient pas être distantes de plus de 8 à 10 km exigeait de gros capitaux et l'entretien d'un nombreux personnel à chaque station était une source de dépenses constantes. Seul l'Etat pouvait se charger de l'exploitation, et la télégraphie optique ne trouvait dès lors d'application que dans le domaine militaire ou naval; elle servait aussi à la transmission de renseignements politiques et de police, lorsque ceux-ci étaient jugés suffisamment urgents et importants.

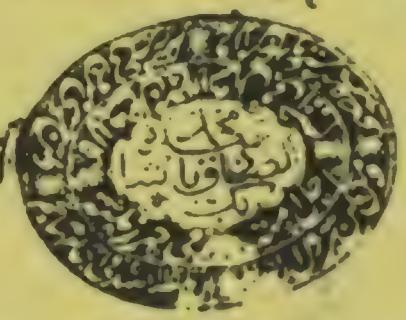
Lorsqu'il fut reconnu que le système était utilisable, le télégraphe de Chappe fut largement imité dans d'autres pays. En 1833, une ligne de 750 km reliait Berlin et Coblence; en 1838, le Tsar Nicolas Ier inaugura lui-même la ligne Moscou-Varsovie comportant 220 stations desservies par 1 320 opérateurs. Mais toutes ces lignes s'arrêtaient à la frontière, du fait que chaque pays utilisait un système différent et que chacun avait son propre code, en raison du secret de tous les messages militaires et politiques qui étaient envoyés par le télégraphe.

Seul le mot « télégraphe » a été international dès le début. Il avait été imaginé en avril 1793 par Ignace Chappe, frère de Claude, puis il fut repris dans presque toutes les langues. Pour tout le monde, ce nouveau vocable correspondait au dernier cri en matière de vitesse et l'on s'en empara même pour désigner les diligences les plus rapides. Il y eut, par exemple, le *Muddleton Telegraph* que M. Pickwick et ses amis prirent en 1827 pour se rendre à leur Christmas party, comme l'écrivait Dickens. Par la suite, lorsque le télégraphe électrique fut synonyme de la plus grande vitesse, certains journaux renommés inclurent dans leurs titres le mot « télégraphe »; témoin, le *Daily Telegraph* de Londres, fondé en 1855, qui tenait à faire comprendre à ses lecteurs que ses informations étaient les plus récentes.

Mais la collaboration internationale ne débuta vraiment qu'au moment où le télégraphe électrique devint un important moyen de communication. Comme dans le cas du télégraphe optique, il n'y eut tout d'abord que des réseaux nationaux, lesquels suivaient de près les lignes de chemin de fer existantes. Mais ces lignes ne s'arrêtaient pas aux frontières et les informations relatives au trafic devaient passer d'un pays à l'autre, comme les voyageurs. Au début, ce ne fut pas facile.

ARCHIVES NATIONALES
BOULEVARD DE LA SEINE

اكرمه الله تعالى الدواضع كما بعده اصبحه في الاتحافين المتعذر بهما في ثمن خدمة اتحاقه في الدوافع
اولهما في بروكسيل في يونيه سنة ١٨٥٨ ثمانية وخمسين وثمانمائة والف مسيحيه من انواع المعوض عليهم
من طرف دولة فرانسه وهو دولة انجلترا وهو دولة بروسيا الذين اخذوا اضحه بعضهم من بعض بعد انواع
من دوتهم عليه في مدينة بروكسيل المذكور في ثالث يناير سنة ١٨٥٩ تسع وخمسين وثمانمائة والف مسيحيه
والدوافع ثانيهما في برنه في اشتمبر سنة ١٨٥٨ ثمانية وخمسين وثمانمائة والف مسيحيه بين انواع المعوض
عليهم من دولة فرانسه وانجلترا وانصارد وواولدنبرك وصوبسيرا الذين اخذوا اضحه بعضهم من بعض
بعد انواع متعددة من دوتهم عليه في مدينة برنه في ٢٢ في فبراير سنة ١٨٥٩ تسع وخمسين وثمانمائة والف وكذلك
واذا نذا الجلبه على هذه الشروط على مقتضى الرخصة المذكورة في بعض تسابع والثلاثين والمئة
الرابعة من مجموعه المنوحه للدول التي تكتب الدخول بمجلة حررت بكتبنا هذا مرتبنا على جميع ما
الاتحافين المذكورين من الشروط وكتبنا هذه الدوافع مع المكاتبات الوارده دولة فرانسه المتعلقه
والمتصل بحيزان بحاضر فلا توضع في صحيفتين احداهما هذه والثانيه هذا بخط يدنا حررت المتعلقه
بعبدة المشيب محرم الحرام سنة باثنا باي صاحب المملكة التونسيه بباردو المعمور في شوال المبارك سنة
تسع وستين ومائتين والف الدوافع المذكورين في ابريل سنة ١٨٦١ مسيحيه



صح منه محمد الصادق باي

38 *Manuscrit arabe original daté du 19 avril 1861 et signé par Mohamed Sadek, bey de Tunis. Dans ce document, le bey de Tunis indique qu'il adhère à la Convention télégraphique conclue à Bruxelles en 1858 et à Berne, la même année, par les délégués de la France, de la Belgique, de la Sardaigne et de la Suisse.*

39 *Texte arabe original d'une Note adressée par M. Cordaro Politit à Mohamed Sadek, bey de Tunis, en 1855. Ce message proposait le remplacement du télégraphe optique par le télégraphe électrique, à l'exemple des pays européens. Il fait état des inconvénients inhérents aux installations optiques et des avantages du système électrique. Il suggère l'installation de quatre centres de télégraphie électrique: à La Goulette, à Tunis, au Bardo et à la résidence officielle de La Mohammédia. La note propose enfin que le réseau télégraphique tunisien soit relié au réseau européen par la Corse et la Sardaigne.*

Nous savons, par exemple, comment les choses se passaient à la frontière entre la France et le Grand-Duché de Bade, en 1852. On avait établi une station commune à Strasbourg; deux employés y travaillaient, l'un appartenait à l'Administration française des télégraphes, l'autre à celle du Grand-Duché de Bade. L'employé français recevait, par exemple, de Paris un télégramme qui lui avait été transmis à la vitesse de la lumière. Il transcrivait le message à la main sur une formule spéciale et le remettait à son collègue allemand qui, assis en face de lui, le traduisait en allemand et l'acheminait vers sa destination finale. Rien d'étonnant à ce que de tels délais aient incité les pays à s'engager dans une coopération internationale qui se développa si heureusement au cours du siècle écoulé.

Le premier traité ayant pour objet de connecter les réseaux télégraphiques de deux Etats fut signé le 3 octobre 1849 par la Prusse et l'Autriche. Il allait assurer une liaison directe entre Berlin et Vienne par une ligne de télégraphe électrique longeant la ligne de chemin de fer existante. Les messages gouvernementaux avaient la priorité, les communications relatives à l'exploitation du chemin de fer venaient ensuite, et la correspondance publique passait en dernier. Les jours pairs, les télégrammes en provenance d'Autriche avaient la priorité; les jours impairs c'était ceux en provenance de Prusse qui passaient les premiers. Chaque gouvernement se réservait le droit de suspendre le service télégraphique dans son propre pays et le prix des messages, payé par l'expéditeur, était égal à la somme des taxes perçues selon les tarifs en vigueur dans les deux pays. Ce faisant, deux Etats indépendants prenaient d'un commun accord et pour la première fois des mesures tendant à réglementer les communications télégraphiques sur le plan international, à fixer des priorités et à établir des tarifs. Dès lors, il n'appartenait plus seulement au savant et à l'ingénieur d'améliorer les moyens de communications électriques mais également au fonctionnaire et à l'administrateur d'aplanir les obstacles qui pouvaient surgir entre deux pays ou entre deux continents et d'aménager ainsi pour l'avenir un système de communications qui puisse s'étendre au monde entier.

L'accord entre la Prusse et l'Autriche fut bientôt suivi d'accords analogues entre la Prusse et la Saxe, en 1849, et entre l'Autriche et la Bavière en 1850. Ces quatre Etats firent un pas de plus et créèrent en 1850, à Dresde, l'Union télégraphique austro-allemande qui se maintint jusqu'en 1872, après la création de l'Empire allemand. Cette Union fonctionna parfaitement; d'autres Etats allemands y adhérèrent, de même que les Pays-Bas en 1852. Elle tint une conférence à Vienne en 1851 et décida que les lignes télégraphiques internationales seraient interconnectées, ce qui permit de supprimer les opérateurs chargés de la transmission des formules à travers les frontières. L'emploi de l'appareil Morse fut officiellement reconnu sur toutes les lignes internationales. On établit des zones tarifaires et le prix des télégrammes internationaux fut calculé en fonction de la distance. D'autres conférences de l'Union austro-allemande se tinrent à Berlin (1853), Munich (1855) et Stuttgart (1857). A cette dernière conférence fut prise une heureuse décision d'où découla en fait la structure de toutes les conférences des télécommunications ultérieures et

39

40

41

42

40-41 *Débuts de la coopération: à gauche, l'opérateur allemand envoyant un message et à droite, l'opérateur français qui le reçoit. Tous deux utilisent un équipement Morse.*

42 *Ligne télégraphique d'Indore (Inde) avec une portée aérienne de 1 km de longueur descendant du Hulner Ghat et traversant la rivière Amar, vers 1863.*

43 *Carte du réseau télégraphique de l'Inde, 1855.*

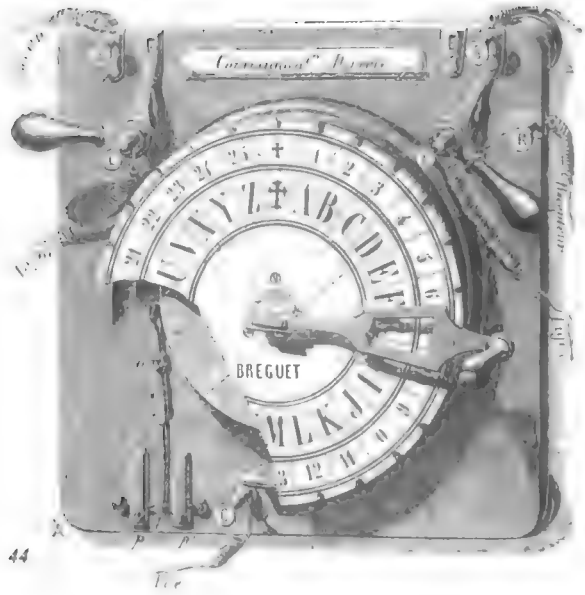
43

qui, après plus de cent ans, constitue encore actuellement un principe directeur de l'Union internationale des télécommunications.

Toutes les dispositions internationales de caractère stable, comme celles qui régissent les relations juridiques entre les Etats contractants ou les critères applicables à la fixation des tarifs, firent l'objet d'une Convention. Les dispositions plus sujettes à des modifications furent incluses dans un Règlement annexé à la Convention; il s'agissait par exemple des questions relatives à l'utilisation du télégraphe par le public et, en particulier, des questions techniques. Cette dualité de nature des textes se révéla très précieuse lorsque les progrès scientifiques continuels obligèrent les membres des Unions ultérieures à modifier fréquemment les dispositions techniques. Cette tâche pouvait être confiée à des spécialistes, alors que les principes fondamentaux énoncés dans la Convention, qui n'étaient pas altérés par ces progrès, pouvaient cependant être modifiés au niveau diplomatique lorsque les parties contractantes le désiraient.

Le succès de l'Union télégraphique austro-allemande incita d'autres pays à suivre cet exemple. La France conclut plusieurs accords bilatéraux, avec la Belgique (1851), la Suisse (1852), la Sardaigne (1853) et l'Espagne (1854). Les délégués de ces cinq pays se réunirent ensuite à Paris en 1855 et créèrent l'Union télégraphique de l'Europe occidentale. A part le fait que les tarifs étaient plus bas, les dispositions régissant cette Union étaient identiques à celles de l'Union austro-allemande. Mais dans le cas de l'Union occidentale, la diversité des langues posa un certain nombre de problèmes. Il fut décidé, à Paris, que l'on pourrait utiliser le français, l'anglais (bien que la Grande-Bretagne ne fît partie d'aucune des deux Unions), l'allemand, l'italien et l'espagnol. Par la suite, des conférences se tinrent à Turin (1857) et à Berne (1858); le hollandais et le portugais devinrent à leur tour des langues officielles et d'autres pays adhérèrent à l'Union occidentale. Les membres de ces deux premières Unions s'aperçurent bien vite de la nécessité de s'entendre sur certains points. En 1852, la Belgique, la France et la Prusse signèrent à Paris une Convention qui se distingue par l'ampleur de l'accord conclu. Les trois gouvernements s'engageaient à construire des lignes télégraphiques qui devaient franchir les frontières sans interruption; ils reconnaissaient à toute personne le droit d'utiliser le service international moyennant le paiement d'une taxe au point d'origine et ils garantissaient le secret des télégrammes envoyés; en cas de perte ou de retard exagéré, les taxes devaient être remboursées. Toutefois, seuls les gouvernements pouvaient envoyer des télégrammes chiffrés.

Cet accord était d'une grande portée puisque ses dispositions essentielles gardent encore toute leur valeur de nos jours. Les trois pays susmentionnés tinrent à Berlin (1855) et à Bruxelles (1858) deux autres conférences au cours desquelles les dispositions fondamentales furent quelque peu élargies. Pour la première fois, on admit des télégrammes contenant des chiffres lorsqu'il s'agissait de messages commerciaux; les tarifs furent abaissés et les employés des



44 *Le transmetteur Bréguet de 1845.*

45 *Musique par télégraphe électrique, 1850.*

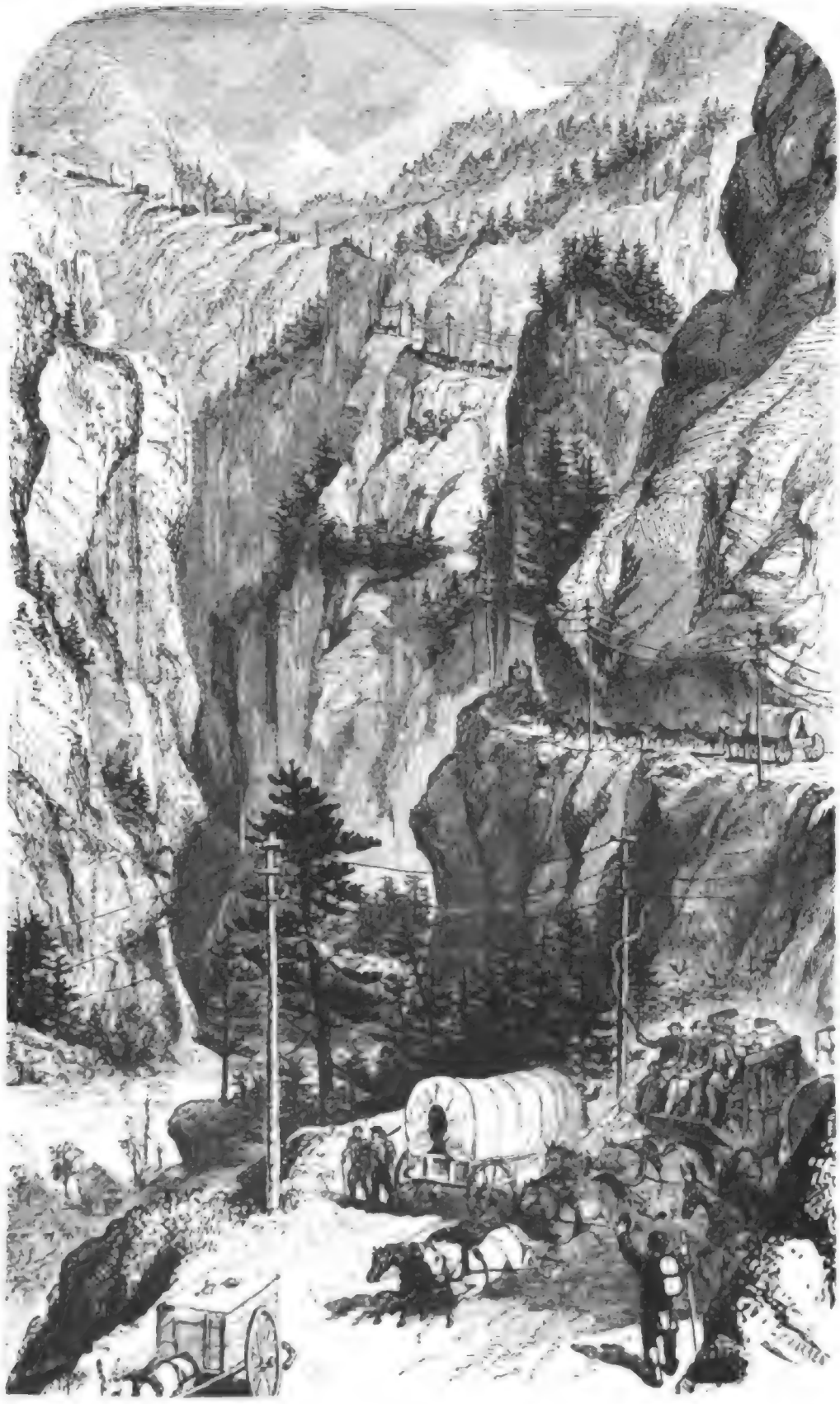
bureaux télégraphiques furent autorisés à refuser les télégrammes qui étaient contraires aux bonnes mœurs ou à la sécurité publique.

Il n'est pas étonnant que ces fondements de la télégraphie internationale aient séduit de nombreux pays; c'est ainsi qu'entre 1859 et 1861, onze Etats souverains signèrent la Convention. Ce furent, par ordre chronologique: la Suisse, l'Espagne, la Sardaigne, le Portugal, la Turquie, le Danemark, la Suède et la Norvège, les Etats de l'Eglise, la Russie, les Deux Siciles et le Luxembourg. Pourtant, le trafic télégraphique d'un pays à l'autre connaissait encore des obstacles. En 1859, par exemple, un télégramme pouvait — selon sa destination — être régi par trois règlements différents. On tint encore quelques conférences, à Friedrichshafen en 1858 et à Bregenz en 1863 pour remédier à ces difficultés, mais la solution finale et la seule logique vint en 1865. Une année plus tôt, le Gouvernement impérial français avait invité tous les grands pays d'Europe à participer à une conférence qui devait s'ouvrir le 1er mars 1865 à Paris en vue de mettre au point un système télégraphique international uniforme.

Vingt pays acceptèrent cette invitation et leurs délégués délibérèrent jusqu'au 17 mai 1865, jour de la signature de la première Convention télégraphique internationale, l'acte de naissance de l'Union télégraphique internationale. Cette année 1865 n'est pas seulement une date mémorable pour tous ceux qui s'intéressent aux communications électriques mais également pour ceux qui voient dans la coopération internationale le signe le plus sûr d'un progrès pour l'humanité tout entière. Si parfois les divergences d'opinion ont été importantes et si elles ont souvent subsisté pendant de nombreuses années, il faut reconnaître qu'elles portaient invariablement et exclusivement sur les méthodes les meilleures à appliquer pour réaliser cette coopération.

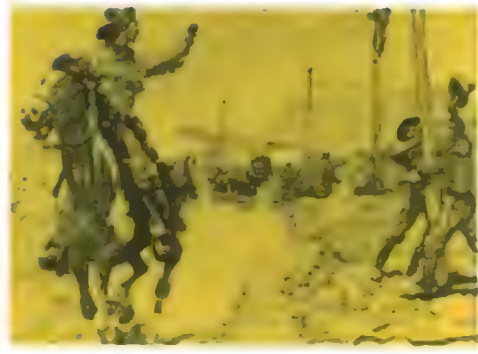
Depuis que celle-ci fut instituée, en 1865, jamais une seule voix ne s'est élevée pour demander son abolition. Après un siècle de succès et face à une évolution scientifique qui eût stupéfait les délégués réunis à Paris en 1865, un retour aux règlements nationaux indépendants serait absolument inconcevable.

45



46 *C'est dans la Sierra Nevada que la pose de la ligne télégraphique traversant les Etats-Unis a présenté le plus de difficulté (1860); on voit ici des convois suivant la route du télégraphe près de Carson City (Nevada).*

47 *Un cavalier du Pony Express saluant l'équipe de construction de la ligne télégraphique transcontinentale. Peinture de Norman Price. Lorsque la ligne télégraphique traversant les Etats-Unis fut terminée, en 1861, le Pony Express fut mis hors service après 18 mois d'activité.*



47

46

Paris — 1865

Il est difficile d'imaginer aujourd'hui ce que pouvait être le monde en 1865, c'est-à-dire il y a un siècle. Sans doute, le centre de la puissance politique était-il encore fermement établi en Europe occidentale où la France était gouvernée par l'Empereur Napoléon III et l'Angleterre par la Reine Victoria. En Europe centrale, un traité, signé en 1865 à Gastein, confiait à la Prusse l'administration du Schleswig et à l'Autriche celle du Holstein, provinces danoises que la Prusse avait conquises au cours d'une guerre, l'année précédente. Ce traité palliait, provisoirement du moins, les dangers d'une guerre entre l'Autriche et la Prusse et le Roi de Prusse Guillaume I^{er} en fut si satisfait qu'il donna à Birsmarck le titre de comte.

Un pays d'outre-Atlantique, qu'un voyage en mer de plusieurs semaines séparait de l'Europe à laquelle il n'était pas encore relié par un câble sous-marin, connaissait, lui aussi, des événements graves. La guerre civile entre le Nord et le Sud des Etats d'Amérique prit fin le dimanche des Rameaux, 9 avril 1865, jour où Lee déposa les armes devant Grant. Six jours plus tard mourait le Président Abraham Lincoln, assassiné la veille pendant qu'il assistait à un spectacle du théâtre Ford à Washington, et le télégramme de l'agence Reuter annonçant cet événement tragique parvenait à Londres dans un délai record.

A l'autre bout du monde, dans le lointain Japon, un autre événement frappait un autre peuple. Une escadre alliée de navires de guerre britanniques, français, néerlandais et américains, après avoir jeté l'ancre au large de Kyoto, imposait au Japon un traité qui ouvrait au monde les portes de ce pays. C'était vraiment une période de grandes transformations dont bien des conséquences étaient encore insoupçonnées.

A la bibliothèque du British Museum de Londres, un homme de 47 ans était en train de corriger les épreuves d'un ouvrage qui allait être publié en 1867; cet homme s'appelait Karl Marx et l'ouvrage était intitulé *Das Kapital.* Encore moins prévisibles dans leurs conséquences étaient les travaux d'Henri Sainte-Claire Deville qui avait présenté pour la première fois à Paris, en 1854, de petites quantités d'un métal nouveau appelé aluminium et qui, à cette époque, était encore plus précieux que l'or. Lorsque Napoléon III accueillit la Reine Victoria au cours de la visite officielle qu'elle fit à Paris, son repas lui fut servi sur une assiette en aluminium.

La chimie était, elle aussi, au berceau. Cependant, l'une des plus grandes découvertes dans le domaine de la chimie générale était faite en 1865 par Dimitri I. Mendéleiev, professeur à l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg. Il était alors en train d'écrire un ouvrage fondamental qui allait révéler la classification périodique des éléments, lesquels venaient prendre place dans son fameux tableau; ses prédictions brillantes sur les propriétés de certains éléments encore inconnus devaient être intégralement confirmées quelques années plus tard.

Vers la même époque, un autre événement scientifique se produisait en Angleterre: Charles Darwin publiait en 1859 son ouvrage intitulé *L'origine des espèces par voie de sélection naturelle* dont la première édition était

48 *Les chefs des délégations qui ont participé à la première Conférence de l'Union télégraphique internationale, à Paris en 1865.*

CONFÉRENCE TÉLÉGRAPHIQUE INTERNATIONALE

PARIS 1865.

48

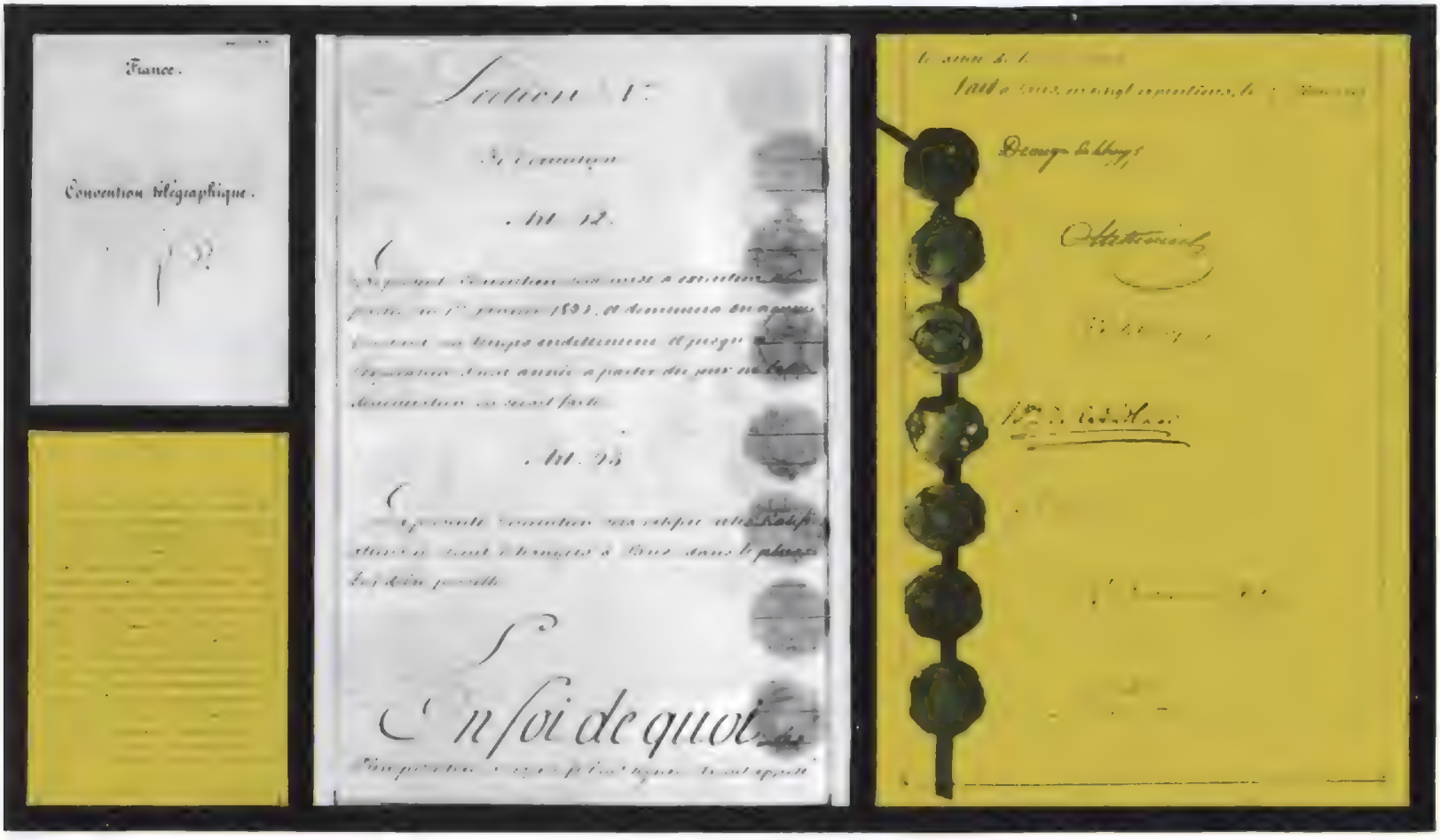
FERNIQUE ✻ PHOT. 31, RUE DE FLEURUS, PARIS

Danemark	Bavière	Norvège	Wurtemberg	Belgique	Portugal	Secrétaire	Suisse	Bade	Turquie	Prusse	Italie	Grèce	Secrétaire	Espagne
Faber	*de Weber*	*Nielsen*	*de Klein*	*Vinchent*	*Damasio*	*de Lavernelle*	*Curchod*	*Poppen*	*Agathon Effendi*	*de Chauvin*	*Minetto*	*Manos*	*Dupré*	*de Hacar*

Pays-Bas	Bavière	Hanover	France	Belgique	France	Suède	Espagne	Russie	Autriche
Staring	*de Dyck*	*Gauss*	*Jagerschmidt*	*Fassiaux*	*Vte de Vougy*	*Brandström*	*Sanz*	*Gl Mjr de Guerhard*	*de Wattenwyl*

49 *Vingt Etats ont signé à Paris, le 17 mai 1865, la première Convention de l'Union télégraphique internationale, qui renferme les principes fondamentaux dont l'U.I.T. assure aujourd'hui encore la sauvegarde. Ainsi en est-il par exemple de l'ordre de priorité des messages télégraphiques: tout d'abord, ceux d'Etat, puis les télégrammes de service et en troisième lieu seulement, les télégrammes privés payants (Article 11).*

1865



49

50

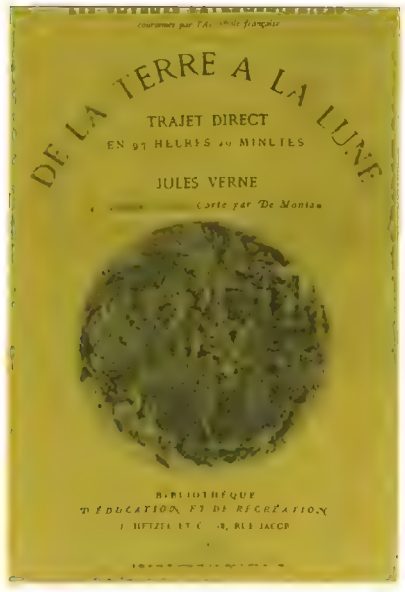
épuisée en très peu de temps. C'est la même année, le 28 août 1859 exactement, que E. L. Drake découvrait du pétrole à une profondeur de 23,5 m près de Oil Creek en Pennsylvanie, date qui est considérée généralement comme l'avènement de l'industrie pétrolière.

Pendant ce temps, dans la lointaine Australie, un explorateur courageux, John McDouall Stuart faisait, en 1863, sa troisième tentative de traverser le continent australien du sud au nord, depuis Adélaïde jusqu'au littoral de la mer de Timor; après des difficultés inouïes, il fut le premier blanc à réussir cet exploit. La ligne télégraphique qui devait relier plus tard les grandes villes d'Australie à Londres suivit le trajet qu'il avait repéré. L'Australie était alors aussi loin de l'Europe que de la pensée moderne; la déportation des forçats en Australie occidentale ne cessa qu'en 1868, alors qu'elle n'avait déjà plus cours dans les Etats de l'est de ce pays.

Tous ces événements ne revêtaient probablement qu'une importance secondaire aux yeux des délégués qui s'étaient assemblés à Paris en mars 1865 pour assister à la première réunion de l'Union télégraphique internationale, alors que deux faits marquants qui défrayaient alors la chronique parisienne ne leur avaient sûrement pas échappé. Le premier était l'œuvre du Baron Eugène Haussmann (1809-1891) qui avait remodelé le centre de Paris, conçu le Bois de Boulogne, l'artère actuelle des grands boulevards, un nouveau réseau de distribution d'eau et le gigantesque système des égouts dans lesquels furent installées, du reste, les premières lignes télégraphiques. En 1865, Haussmann venait de recevoir un prêt de 250 millions de francs pour la reconstruction de Paris.

La publication du troisième livre d'un jeune auteur plein de promesses fut l'autre événement qui avait probablement fait l'objet de conversations des délégués pendant leurs heures de loisir. Cet ouvrage était intitulé *De la Terre à la Lune* et son auteur était un homme de 37 ans nommé Jules Verne. L'une des prédictions les plus remarquables de cet ouvrage est déjà devenue réalité. Stone Hill, où était installé le canon géant qui devait faire alunir une fusée habitée par trois astronautes, se trouve à 240 km au sud de cap Kennedy en Floride.

C'est donc dans ce Paris du Baron Haussmann et de Jules Verne que se réunirent les délégués de l'Autriche, du pays de Bade, de la Bavière, de la Belgique, du Danemark, de l'Espagne, de la France, de la Grèce, de Hambourg, du Hanovre, de l'Italie, de la Norvège, des Pays-Bas, du Portugal, de la Prusse, de la Russie, de la Saxe, de la Suède, de la Suisse, de la Turquie et du Wurtemberg. Sans doute, regardant, par la fenêtre du train qui les emportait à travers l'Europe, les fils télégraphiques tendus le long des voies ferrées, avaient-ils médité sur les vitesses relatives de leur train et de la transmission des messages sur ces fils. C'est surtout la délégation de la Turquie qui avait dû trouver matière à réflexion car ne lui avait-il pas fallu faire appel, pour une partie de son voyage, au vieux cheval fidèle ? En 1865, il n'y avait pas encore de ligne de chemin de fer directe entre la Turquie et la France. L'Angleterre, seul



51

autre Etat européen qui possédait déjà un réseau télégraphique important, n'avait pas été invitée parce que ses services télégraphiques étaient dirigés par des compagnies privées.

C'est Drouyn de Lhuys, ministre des affaires étrangères de la France, qui accueillit les délégués. Il présida la conférence et annonça, dans son allocution d'ouverture, que la France désirait élaborer une convention unique pour combler la lacune entre les deux conventions existantes, celle qui avait été signée entre l'Autriche et l'Allemagne et celle qui liait les pays de l'Europe occidentale. Il espérait également qu'il serait possible d'établir un tarif télégraphique uniforme et unique. La France avait préparé des projets de documents qui devaient servir de base aux travaux des commissions. Chaque délégation avait une voix délibérative, et il fut décidé que les décisions seraient prises à la majorité simple. La Commission spéciale tint seize séances, un accord fut réalisé sur tous les points et les délégués apposèrent leur signature sur les actes finals. La Convention était certes née sans difficulté aucune.

La Convention et le Règlement télégraphique qui lui était annexé suivaient de près les décisions prises en 1858 à Berne par la Conférence de l'Union télégraphique de l'Europe occidentale. Désormais la majeure partie de l'Europe appliquait des tarifs uniformes, à l'exception de la Russie et de la Turquie qui étaient autorisées à exiger des taxes plus élevées pour les télégrammes à destination des régions les plus orientales de leur territoire. Le franc-or était accepté comme unité monétaire pour tous les comptes internationaux et les compagnies télégraphiques privées des Etats membres de la nouvelle Union internationale étaient invitées à se conformer à ses dispositions et règlements.

Un seul point du projet français fut estimé inacceptable car la Conférence n'était pas disposée à créer une commission permanente qui aurait été chargée d'établir des cartes télégraphiques spéciales, d'élaborer des statistiques et d'étudier certaines questions techniques. Il fut décidé que la Convention serait révisée périodiquement et que des conférences internationales seraient convoquées de temps à autre à cette fin dans les capitales des parties contractantes. La première d'entre elles se tint à Vienne en 1868 et fut suivie de plusieurs autres.

Avant d'examiner en détail les résultats de ces conférences et ceux auxquels devait aboutir l'Union internationale, jetons un coup d'œil rapide sur le trafic télégraphique qui ne faisait que s'accroître et sur les réalisations techniques qui ont rendu possibles ces résultats. C'est ainsi, par exemple, que la longueur totale des lignes télégraphiques des Etats membres de l'Union, qui n'était que de 500 000 km en 1865, avait atteint 7 millions de kilomètres en 1913; de même, le nombre total de télégrammes expédiés, qui n'était que de 30 millions en 1865 avait dépassé en 1913 le chiffre de 500 millions. Nous verrons dans les chapitres qui suivent comment l'Union télégraphique internationale a contribué à cet accroissement. Cette grande expansion aurait été impossible si l'on avait continué à utiliser les instruments primitifs de Morse ou les aiguilles oscillantes de l'appareil de Wheatstone. Toutefois, même de nos jours, la ligne télégraphique unique avec d'un côté son manipulateur Morse si commode et de l'autre son récepteur

50 *Médaille frappée en 1866 par la Monnaie de Paris pour commémorer la première Conférence de l'Union télégraphique internationale, qui a eu lieu à Paris en 1865. Représentation de deux télégraphes Bréguet. « Vox signata manu totum circumvolar orbem. »*

51 *Frontispice du célèbre ouvrage de Jules Verne, publié à Paris en 1865. (La deuxième partie du récit, intitulée* Autour de la Lune, *n'a paru qu'en 1870.)*

52

52 *Le central télégraphique de Paris, aux environs de 1860.*

équipé d'une palette et entraîné par un mécanisme d'horlogerie, est toujours utilisée pour les communications télégraphiques simples mais lentes dans les pays qui sont à l'aube du progrès. Le télégraphe à deux aiguilles de Wheatstone a continué d'être employé en Angleterre pendant de longues années après son invention et s'est révélé très efficace; son code est fondé sur le comptage des déflexions de deux aiguilles. Par exemple, la lettre *a* était formée par une déflexion vers la gauche de l'aiguille de gauche, la lettre *b* par deux déflexions de la même aiguille et la lettre *e* par une déflexion vers la gauche de l'aiguille de gauche et deux déflexions vers la droite de l'aiguille de droite. A l'apogée de son succès, le télégraphe mobilisait, rien qu'à Londres, plus de mille jeunes télégraphistes, garçons et filles, âgés d'une quinzaine d'années. Leur dextérité à manipuler les aiguilles faisait l'objet d'une grande admiration de la part des visiteurs privilégiés qui étaient autorisés à les voir à l'œuvre au bureau central de Lothbury de l'Electric Telegraph Company.

Aucun pays d'Europe n'a adopté le système de Wheatstone à l'exception de l'Espagne qui l'a appliqué pendant une courte période. Le système Morse était préféré dans le monde entier et, dans le Règlement télégraphique de 1865 établi par la Conférence de Paris, il était indiqué que l'appareil Morse était adopté, à titre provisoire, pour les liaisons internationales. Puis, le trafic augmentant, on imagina des appareils plus modernes. Le Règlement élaboré à la Conférence de Londres de 1903 ne préconisait plus le Morse que sur les relations à trafic modéré et recommandait l'appareil Hughes sur les lignes plus chargées; pour celles qui acheminaient plus de 500 télégrammes par jour, on conseillait d'utiliser le Baudot ou d'autres systèmes ayant atteint le même degré de perfectionnement.

Cependant, en règle générale, l'Union recommandait rarement à ses membres d'utiliser tel ou tel équipement télégraphique. Il était certain que le service télégraphique international revêtait une telle importance politique et économique que chaque pays ferait tout en son pouvoir pour perfectionner ses propres installations. On estimait également que des règles trop strictes risqueraient d'entraver le progrès scientifique.

Au fur et à mesure que le trafic se développait, les défauts du Morse devenaient de plus en plus évidents. Il fallait tout d'abord un courant relativement intense pour actionner l'électro-aimant qui entraînait le stylet et plus tard le cylindre imprimeur qui traçait sur la bande mobile de papier les points et traits caractéristiques. On pouvait surmonter cet inconvénient sur une ligne de grande longueur en insérant des relais dans le circuit électrique à certains intervalles, mais cela exigeait des installations spéciales. D'autre part, la bande de papier portant des points et des traits ne pouvait être remise telle quelle au destinataire mais le texte devait être transcrit, ce qui prenait bien entendu un certain temps et exigeait du personnel supplémentaire.

C'est pourquoi la télégraphie s'est orientée vers l'impression du message sous la forme où il est déposé et délivré ce qui augmente considérablement la rapidité de l'exploitation aux deux bureaux extrêmes. Un deuxième perfectionne-

ment majeur devait être réalisé: les systèmes télégraphiques allaient être multiplexés, c'est-à-dire rendus capables d'acheminer simultanément plusieurs messages sur une même ligne.

La première étape dans la direction de la télégraphie avec impression remonte à 1855, soit dix ans avant la Conférence de Paris, lorsque David E. Hughes fit breveter son nouveau système. Tout comme Morse, il était professeur à l'Université de New York mais à la différence de celui-ci, il était né à Londres et enseignait la musique. Malgré cela, c'est surtout en Europe que son appareil fut utilisé car la réglementation des brevets aux Etats-Unis ne lui permit pas de l'exploiter dans son pays. Bien que son homologue français, Gustave Froment, eût apporté au nouvel appareil des perfectionnements assez sensibles, il s'agissait d'une mécanique encore compliquée et sujette à bien des pannes. C'était, malgré tout, un grand progrès par rapport au système Morse, lequel ne pouvait transmettre que 25 mots à la minute tandis que même les premiers appareils Hughes pouvaient fonctionner à une vitesse de 40 à 45 mots à la minute.

Le principe était simple. Un tambour en rotation permanente portait les 28 lettres de l'alphabet ainsi que d'autres caractères. A la réception, un mécanisme d'embrayage actionné par un électro-aimant arrêtait une roue des types au moment où la lettre transmise se trouvait au-dessus de la bande de papier. Grâce au système formé de cette roue des types et d'un tampon encreur, le message reçu était directement lisible sur la bande. L'opérateur de transmission disposait d'un clavier analogue à celui d'un piano, qui envoyait des impulsions électriques au poste récepteur; ce sont ces impulsions qui arrêtaient la roue des types au moment voulu. C'est de ce principe que devait naître progressivement, au cours de plusieurs décennies, le télégraphe imprimeur automatique des temps modernes, mais après bien des mises au point tant en ce qui concerne la conception que du point de vue de la construction et des détails.

L'étape suivante fut franchie grâce à Emile Baudot, ingénieur des télégraphes français. C'est lui qui imagina le code à cinq moments suivant lequel chaque lettre de l'alphabet correspondait à une combinaison différente. En conséquence, pour chaque lettre, cinq impulsions étaient envoyées sur la ligne télégraphique et, au poste récepteur, elles actionnaient un jeu de cinq électro-aimants selon les mêmes combinaisons de code.

L'opérateur chargé d'envoyer le message utilise un clavier spécial à cinq touches, tandis qu'à l'extrémité de réception, une imprimeuse électrique reproduit le texte en caractères lisibles. Avec les machines modernes fondées sur ces principes, on atteint une vitesse de 60 mots à la minute, soit un mot de six lettres à la seconde; cette vitesse est considérée comme le maximum auquel l'opérateur chargé de la manipulation peut fournir un travail rentable pendant une longue période. Le système Baudot fut introduit en 1874 et adopté officiellement par le Service télégraphique français en 1877.

53

Bien que les Etats-Unis d'Amérique eussent été reliés à l'Europe en 1866 par deux câbles transatlantiques, les compagnies télégraphiques privées de l'Amérique n'étaient pas encore représentées aux premières conférences de l'Union internationale. C'est la Compagnie Western Union qui fut la première à se faire représenter à une Conférence, celle de Berlin en 1885. Entre-temps, les besoins toujours croissants du télégraphe, aussi bien aux Etats-Unis qu'en Europe, avaient amené des perfectionnements techniques notables du réseau télégraphique américain. L'un de ceux-ci s'est traduit par la faculté de transmettre simultanément plusieurs messages télégraphiques sur le même fil. C'est Thomas Alva Edison (1847-1931) qui, en 1874, a incontestablement apporté la plus grande contribution à cette technique.

Sans doute, la coopération internationale s'est-elle développée sur le plan technique en même temps que sur le plan administratif; d'autre part, les conclusions auxquelles aboutissaient les commissions techniques de l'Union télégraphique internationale trouvaient un écho outre-Atlantique chez les ingénieurs télégraphistes américains. Le premier à utiliser un seul fil télégraphique pour la transmission de deux messages, un dans chaque sens, fut le Dr Gintl de Vienne en 1853. Sans entrer dans le détail de son circuit « duplex », nous dirons qu'il comportait un filtre le rendant insensible aux signaux de départ, mais non aux signaux d'arrivée. Les avantages économiques d'un tel système étaient si manifestes que le principe en fut repris, sous une forme améliorée, par de nombreux exploitants de part et d'autre de l'Atlantique. Les lignes artificielles, les circuits duplex différentiels et les circuits duplex en pont furent les étapes successives de cette évolution.

Edison qui, depuis l'âge de 15 ans, gagnait sa vie comme opérateur télégraphiste (il n'avait que 18 ans en 1865, année de la Conférence de Paris), consacra tout naturellement ses brillantes qualités d'inventeur au perfectionnement des systèmes télégraphiques de son époque. Il fit d'abord breveter ses circuits duplex et, en 1874, il inventa le quadruplex, technique permettant de transmettre simultanément quatre messages (deux dans chaque sens) sur un seul fil télégraphique.

Depuis lors, on s'est toujours évertué à accroître le nombre de messages transmis sur un seul circuit électrique; en télégraphie, ce principe a atteint son sommet avec le système multiplex et, en téléphonie, on peut à présent transmettre des milliers de conversations simultanées sur un seul câble coaxial. Si nous songeons un instant aux précurseurs de la télégraphie qui avaient besoin d'autant de fils que de lettres de l'alphabet, et si nous comparons ce système primitif avec ceux qui nous donnent des milliers de conversations téléphoniques simultanées, nous voyons immédiatement quelle contribution l'ingénieur des télécommunications a apportée au progrès de la civilisation.

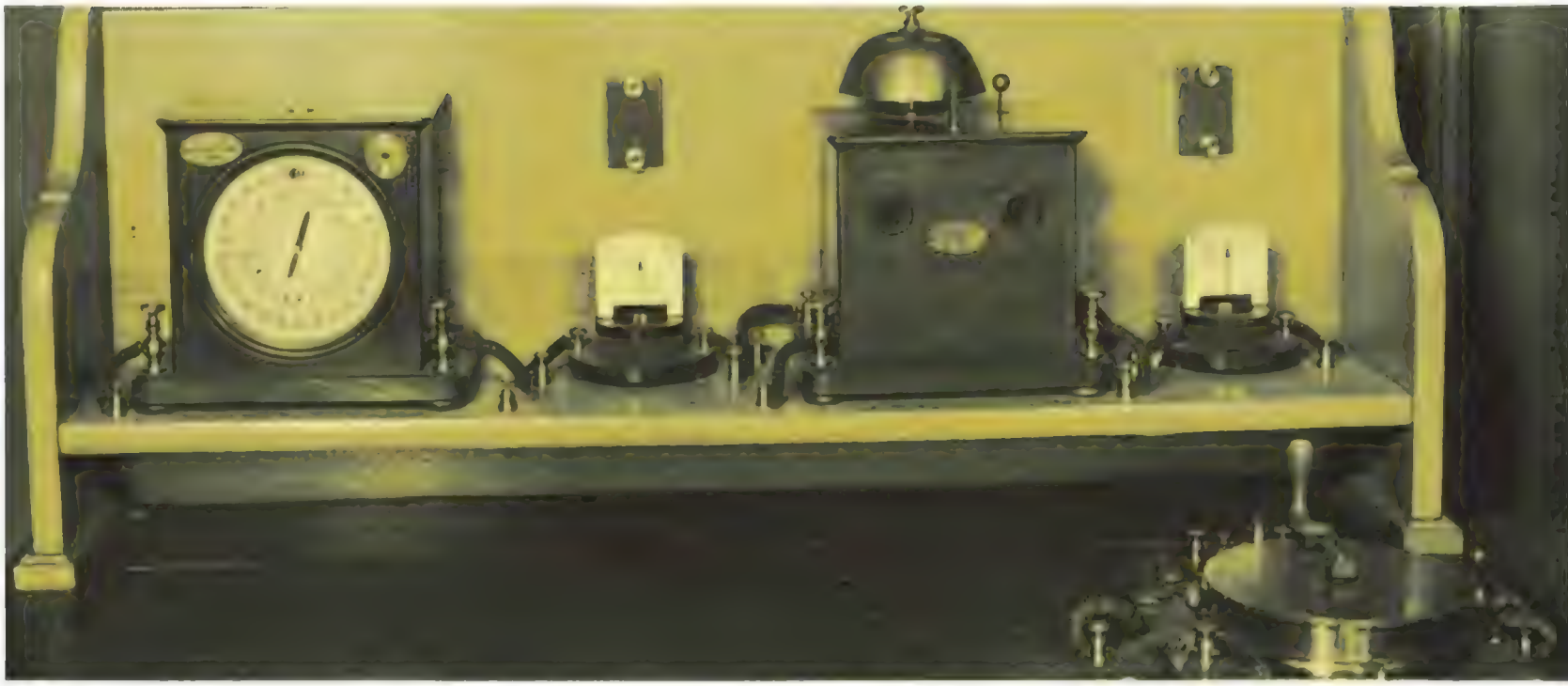
Il est à peu près sûr que le duplexage, ainsi que le système de Hughes, ont été discutés à la Conférence de Paris de 1865. Pour certains, ces systèmes relevaient sans doute autant de la fiction que le canon de Jules Verne qui envoyait

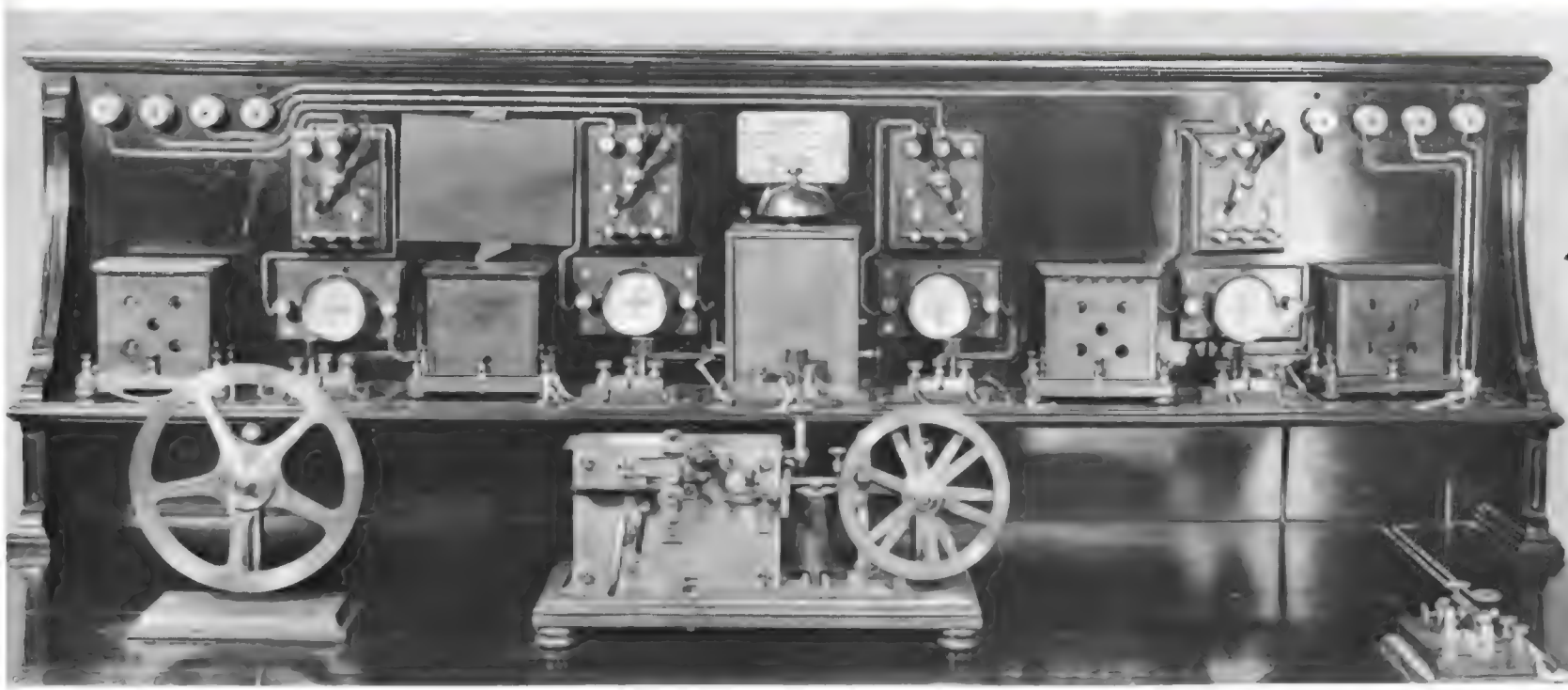
53 Un télégraphe français Baudot, dont l'invention date de 1875, a été utilisé en Angleterre à partir de 1879 sur le câble sous-marin reliant ce pays à la France. En 1910, cet appareil a également été utilisé pour relier Londres à Birmingham en quadruplex-duplex.

54 *Installation télégraphique complète construite par Bréguet en 1844.*

55 *Installation Morse pour quatre lignes télégraphiques utilisée par l'Administration française des Postes et Télégraphes en 1889. Il est intéressant de comparer cette photographie avec la précédente prise quarante-cinq ans plus tôt.*

54





55

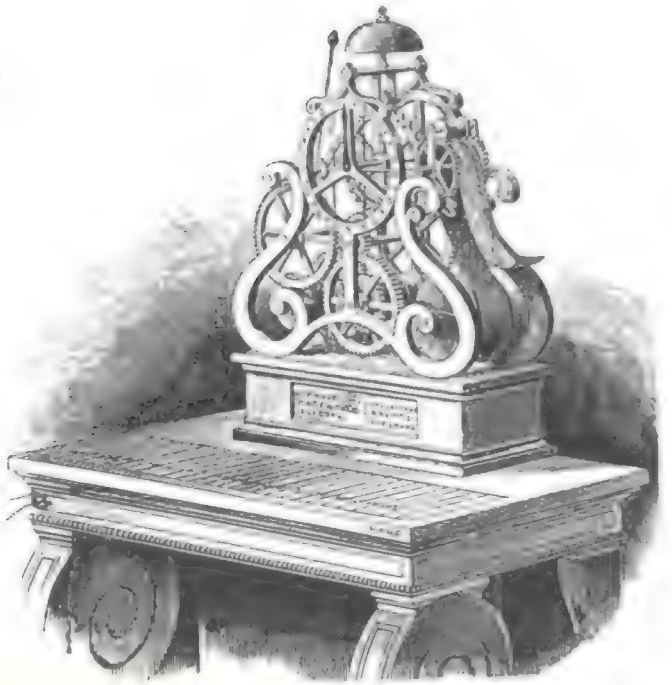
56 *Téléscripteur électrique de Brett protégé par un brevet pris par Jacob Brett qui, en 1845, proposa au Gouvernement anglais d'utiliser cet appareil pour relier Londres aux îles anglo-normandes et aux Colonies.*

57 *Le télégraphe Hughes (1855).*

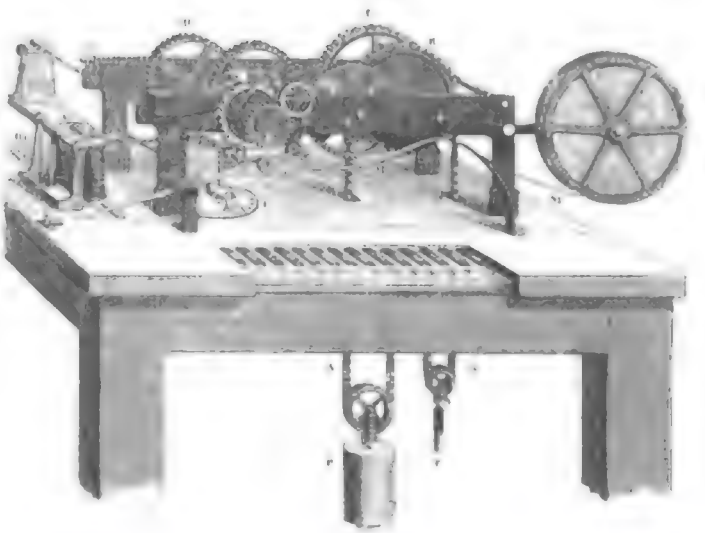
58 *Transmetteur de Caselli pour télégraphie fac-similé. Il s'agit de l'un des premiers appareils utilisés pour la transmission, par voie télégraphique, d'échantillons d'écriture et d'images simples.*

59 *Récepteur du système de Caselli pour télégraphie fac-similé.*

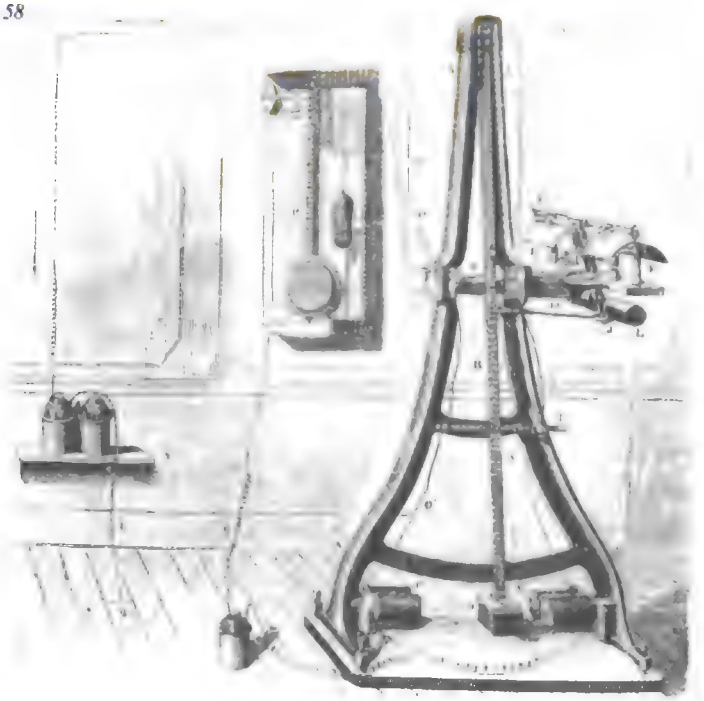
56



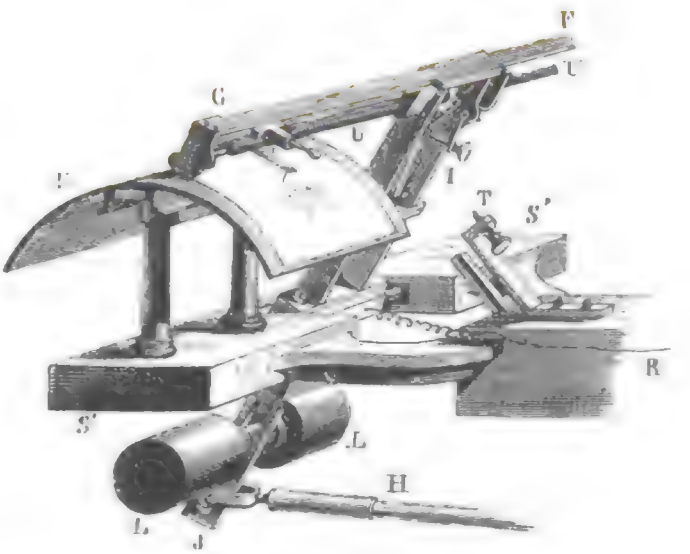
57

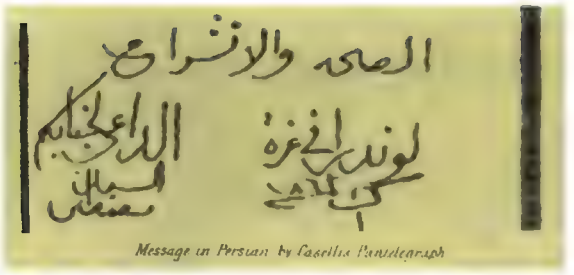


58



59





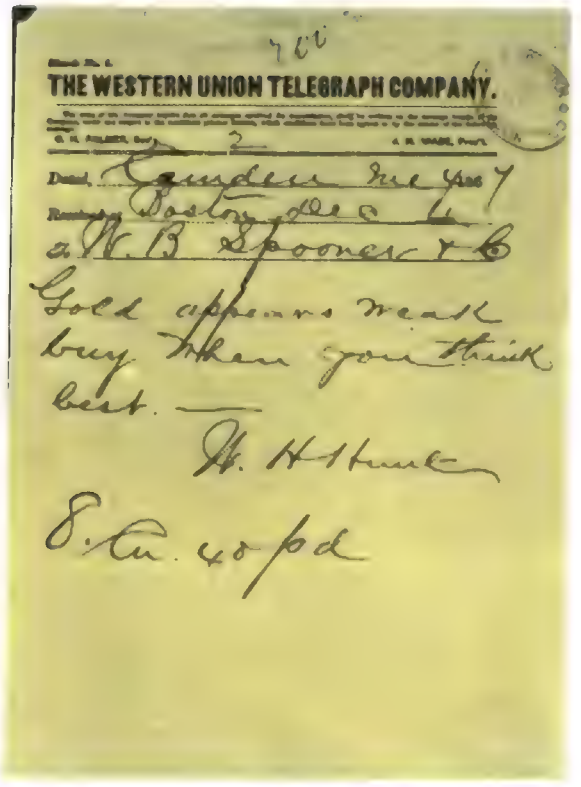
60

60 *Message en persan transcrit par le télégraphe fac-similé de Caselli.*

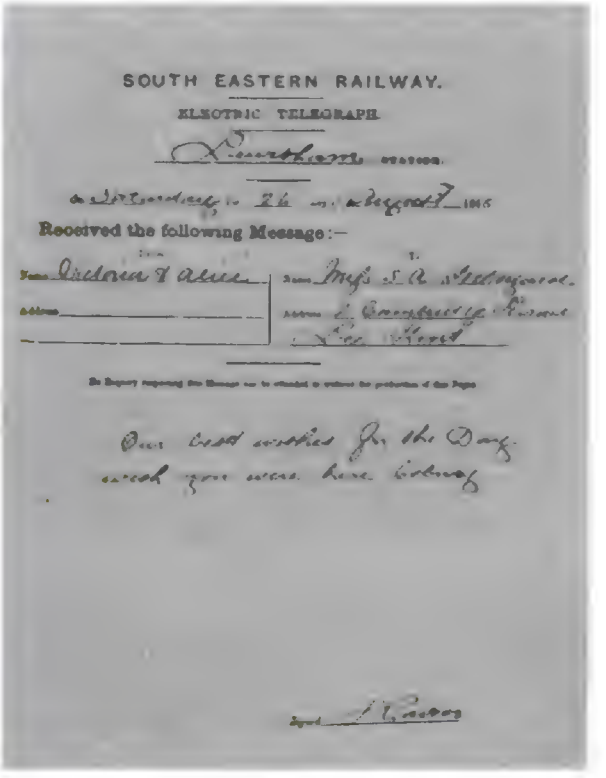
61 *L'un des premiers télégrammes expédiés aux Etats-Unis (1867).*

62 *L'un des premiers télégrammes (daté du 26 août 1865) transmis sur les lignes télégraphiques des Chemins de fer anglais du Sud-Est. Le règlement imprimé au dos de la formule stipule notamment que «la remise des dépêches est assurée par des messagers que l'on envoie dès qu'une communication est reçue. Lorsque le trajet est couvert à pied, le tarif est de ½ shilling par mille pour les trois premiers milles».*

un boulet sur la lune. Mais d'autres virent dans ces idées nouvelles un encouragement à perfectionner le service télégraphique international tant sur le plan technique que sur le plan administratif. La Conférence de Paris fut certes un événement de premier plan, puisqu'elle créa le cadre de la coopération internationale pour le siècle à venir. Pendant leur voyage de retour, par chemin de fer ou en voiture à cheval, les délégués pouvaient être fiers du travail qu'ils avaient accompli.



61



62

L'œuvre novatrice de l'Union télégraphique

La Conférence de Paris de 1865 allait instaurer, à son propre insu, un siècle au moins de coopération universelle ininterrompue dans le domaine des télécommunications. Aujourd'hui, on comprend sans peine les raisons de ce succès sans précédent: à l'esprit judicieux des membres fondateurs s'était alliée la chance. Il est certain que l'Union télégraphique s'est rendu compte, bien avant toutes les autres organisations, que les discussions internationales doivent se dérouler sur des plans différents, les uns diplomatiques, les autres techniques, impliquant des conférences et des documents absolument distincts. C'était le seul moyen de pouvoir suivre le développement extrêmement rapide de la science et de la technique en apportant des modifications assez fréquentes au Règlement de l'Union, tout en laissant intacts pendant plusieurs décennies les principes fondamentaux de coopération internationale énoncés dans sa Convention.

L'Union télégraphique a innové dans un autre domaine en créant un Bureau permanent lors de sa deuxième Conférence internationale, qui se tint à Vienne en 1868. Ce Bureau avait pour tâche de recueillir les renseignements statistiques et techniques à l'intention des membres entre les sessions de la Conférence. Cette activité représente un instrument essentiel du travail international et ces méthodes ont été reprises dans de nombreux domaines de l'effort humain.

Ces principes fondamentaux qui consistent à tenir des conférences à des échelons différents, à établir un secrétariat international permanent, à faire paraître des publications spécialisées et un journal mensuel ont été repris par toutes les organisations internationales, de la Société des Nations de jadis à l'Organisation des Nations Unies de nos jours en passant par les activités récentes du Conseil international des unions scientifiques. Ces méthodes ont été acceptées pour ainsi dire subconsciemment. Aujourd'hui, on a peine à imaginer qu'une organisation internationale puisse les ignorer, mais lorsque l'Union télégraphique fut créée, aucune d'entre elles n'avait encore été conçue ni formulée.

Il y avait une autre raison pour que la coopération internationale s'imposât à l'Union télégraphique. C'était la vitesse de la télégraphie qui permettait de transmettre des messages avec une rapidité inconcevable, environ 300 000 km à la seconde. Même les premiers télégraphistes avaient dû se rendre compte que leur « instrument de communication utile, voire merveilleux » ne pouvait jouer son rôle que si toutes les opérations étaient menées à bien de la manière la plus expéditive et la plus efficace. Si restreinte que soit l'intervention de l'homme, même le simple fait de transcrire les points et les traits du signal Morse en langage lisible entraîne un retard considérable par rapport à la vitesse à laquelle se propage l'électricité.

Il n'en est pas de même dans d'autres secteurs du transport et des communications. Le transport du courrier postal au delà des frontières a mené à la création, en 1874, de l'Union postale universelle, après une conférence

63

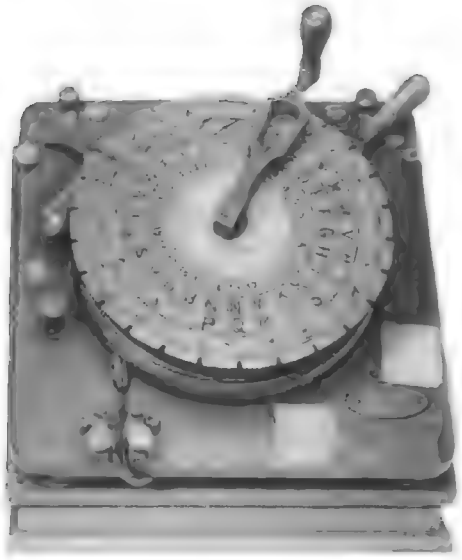
65

64

63 *Le Commandant Perry faisant aux fonctionnaires japonais, en 1854, une démonstration du télégraphe Morse assurant, à Yokohama, des transmissions sur une ligne unifilaire d'une longueur de 1,6 km.*

64 *Au Japon, le service télégraphique a été ouvert au public en 1870. Il permettait la transmission de télégrammes entre Tokio et Yokohama, à l'aide d'un télégraphe Bréguet adapté aux caractères japonais.*

65-66 *Télégraphe Bréguet utilisé au Japon en 1870. A gauche: le récepteur. A droite: le transmetteur.*



66

préliminaire qui s'est tenue à Paris en 1863. En 1882, se tenait à Berne la première Conférence internationale des chemins de fer, car la Suisse était alors considérée comme le carrefour de l'Europe. Pour le transport du courrier et pour les chemins de fer, le triage et l'aiguillage sont des opérations inévitables qui entraînent des délais, mais ces délais sont d'un ordre compatible avec la durée du transport entre le lieu de provenance et le lieu de destination. Pour que le courrier et les trains puissent franchir les frontières sans encombre, la coopération internationale était hautement souhaitable. En matière de télégraphie, cette coopération était indispensable.

Examinons à présent les conférences de l'Union télégraphique ainsi que sa structure, qui ont tant contribué à sa réussite dès le début. La deuxième Conférence de plénipotentiaires s'est tenue à Vienne en 1868, la suivante à Rome en 1871 et la quatrième et dernière à Saint-Pétersbourg en 1875. A ces Conférences de plénipotentiaires, les membres de l'Union étaient représentés à la fois à l'échelon diplomatique et administratif. Les diplomates avaient pour tâche d'élaborer et de réviser les Conventions qui revêtaient la forme de traités internationaux conclus par les *Hautes Parties Contractantes*. La révision de la Convention faite à Saint-Pétersbourg en 1875 devait être si satisfaisante que la réunion suivante n'eut lieu qu'en 1932 à Madrid où il fut décidé de fusionner la Convention radiotélégraphique et la Convention télégraphique en un seul document: la Convention internationale des télécommunications, qui est toujours la charte de l'Union.

L'une des réalisations importantes de la Conférence de Vienne, à part l'admission de la Perse et de l'Inde (cette dernière étant représentée par la Grande-Bretagne qui n'était elle-même pas encore membre), fut la création du Bureau permanent chargé d'expédier les affaires courantes de l'Union. Son siège fut à Berne pendant 80 ans, de 1868 à 1948. En 1948, le Bureau vint s'installer à Genève pour devenir le Secrétariat actuel de l'Union internationale des télécommunications ou U.I.T. — sigle sous lequel elle est connue dans le monde entier.

Le Bureau de l'Union était un organe de secrétariat n'ayant guère de moyens d'exercer une autorité. Jusqu'en 1947, le Gouvernement suisse avait la complète responsabilité de son organisation; il avançait les crédits nécessaires à son fonctionnement et en nommait le directeur ainsi que le personnel. Le Bureau avait pour tâches de publier les documents de l'Union, de préparer ses conférences, de fournir quelques fonctionnaires pour les réunions et de tenir des nomenclatures des bureaux télégraphiques et téléphoniques et des stations radioélectriques, entre autres la fameuse Liste des fréquences, tous documents indispensables pour l'exploitation des services internationaux de télécommunications.

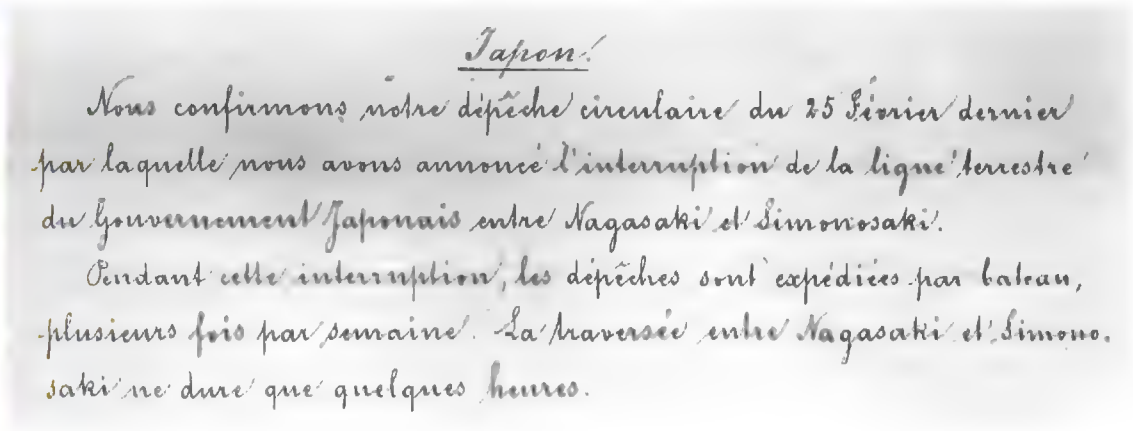
Parmi les nombreuses publications du Bureau, il convient de citer le *Journal télégraphique* qui commença à paraître en 1869 et qui conserva son titre jusqu'en 1933; avec le recul, on peut dire qu'il s'agit sans nul doute d'une de ses publications les plus intéressantes. Dans ses colonnes, on retrouve non seulement la chronologie du progrès

scientifique et technique qui s'est opéré dans tous les secteurs des télécommunications au cours d'un siècle mais également les événements marquants de l'histoire de l'Union. En 1934 cette publication changea de titre pour devenir le *Journal des télécommunications*.

Parmi les contributions que le Bureau de l'Union a apportées à la cause de la coopération internationale, il convient de rappeler qu'il a su préserver vivant l'esprit de l'Union au cours des deux guerres mondiales. En 1915, en plein conflit, il publia même un bref historique commémorant le cinquantenaire de l'Union télégraphique internationale. On y trouvait une description et une photographie du monument qui fut érigé en 1915 sur l'Helvetia Platz à Berne; la phrase qui y est inscrite: «LES ÂMES DES PEUPLES SONT RÉUNIES PAR L'UNION TÉLÉGRAPHIQUE» est certainement aussi vraie aujourd'hui qu'au moment où la jeune Union tenait ses premières conférences.

En 1871, à la Conférence de Rome, la Grande-Bretagne devint enfin membre de l'Union car, ayant nationalisé ses services télégraphiques, elle remplissait dès lors les conditions requises. Le Japon envoya un observateur, prouvant ainsi qu'il commençait à apprécier la pensée et la science occidentales. La Conférence de Rome autorisa également les compagnies télégraphiques privées à se faire représenter à toutes les réunions de l'Union avec droit de prendre la parole mais sans pouvoir voter. Les travaux de la Conférence étaient sans doute assombris par le drame de la

BUREAU
INTERNATIONAL
DES
ADMINISTRATIONS
TÉLÉGRAPHIQUES
N° 80/5
Notification N° 81
Tarifs.


Japon.

Nous confirmons notre dépêche circulaire du 25 Février dernier par laquelle nous avons annoncé l'interruption de la ligne terrestre du Gouvernement Japonais entre Nagasaki et Simonosaki.

Pendant cette interruption, les dépêches sont expédiées par bateau, plusieurs fois par semaine. La traversée entre Nagasaki et Simonosaki ne dure que quelques heures.

67

67 *Au moment de la fondation de l'Union, il y a un siècle, les services télégraphiques n'étaient pas toujours aussi sûrs qu'aujourd'hui. Un des aspects importants de l'activité du Bureau de Berne consistait à publier des notifications d'interruption, comme ce fut par exemple le cas lorsque la ligne Nagasaki-Shimonoseki fut mise temporairement hors d'usage: «des télégrammes sont envoyés par bateau plusieurs fois par semaine».*

guerre franco-prussienne de 1870-1871 et les archives de l'Union nous apprennent que le délégué de la Suisse donna lecture à l'Assemblée plénière de deux lettres remarquables adressées par les grands pionniers américains, Cyrus Field et Samuel Morse, qui demandaient tous deux à la Conférence de prendre des mesures pour neutraliser les lignes télégraphiques en temps de guerre. L'Assemblée ne crut pas devoir émettre une résolution dans ce sens, mais elle ne manqua pas d'appeler l'attention des gouvernements membres sur les vues exprimées à ce sujet.

En 1875, la Conférence de Saint-Pétersbourg, qui devait être la dernière Conférence de plénipotentiaires de l'ancienne Union, remania la Convention télégraphique internationale. Celle-ci se composait de 21 articles répartis sous quatre grands titres: les relations des parties contractantes avec les usagers de la télégraphie internationale, les relations entre les membres de l'Union, la composition de l'Union et enfin les modalités d'application de la Convention et du Règlement télégraphique. Il fut décidé que les techniciens des administrations télégraphiques des membres, par exemple le British Post Office et l'Administration française des Postes et Télégraphes, pour n'en nommer que deux, seraient chargés de tenir à jour le Règlement et de réviser le barème des taxes. Ces experts devaient se réunir périodiquement en une « Conférence administrative », ainsi nommée parce que les participants y représentaient l'administration télégraphique de leur pays.

Quant aux délégués munis de pouvoirs diplomatiques, ils ne devaient être convoqués que lorsqu'il faudrait réviser la Convention, et cela ne se révéla pas nécessaire avant 1932, année de la Conférence de Madrid. Le fait que la Convention de Saint-Pétersbourg soit restée en vigueur pendant plus d'un demi-siècle, qu'elle ait pu subsister telle quelle malgré l'avènement d'un nouveau moyen de communication, le téléphone, et qu'elle ait survécu à la tempête de la première guerre mondiale, voilà qui rend vraiment hommage à la sagesse des fondateurs de l'Union.

Il faut également inscrire ce succès au crédit des conférences administratives et de leurs délégués. Ces conférences se réunirent à Londres en 1879, à Berlin en 1885, à Paris en 1890, à Budapest en 1896, à Londres de nouveau en 1903 et à Lisbonne en 1908. A cette date, l'Union comptait déjà comme membres 52 pays et 25 compagnies privées. La guerre de 1914-1918 mit évidemment un terme à cette série de conférences et pendant toute sa durée la télégraphie internationale fut soumise au contrôle absolu et arbitraire de chaque gouvernement.

L'après-guerre ne devait voir que deux conférences administratives, l'une à Paris en 1925, la seconde à Bruxelles en 1928. Le remaniement des frontières après l'armistice de 1918 devait affecter aussi la structure de l'Union, si bien que le nombre de ses membres avait atteint 78 en 1932. Parmi les réalisations les plus notables de la Conférence administrative de Paris, il convient de signaler la création de deux comités consultatifs techniques, l'un chargé de la télégraphie et l'autre de la téléphonie. Chacun avait son assemblée plénière, celle du comité téléphonique se réunissant tous les ans, celle du comité télégraphique tous les deux ans seulement.

68

69

68 *Le personnel du bureau télégraphique de Karlovo (Bulgarie) en 1881. En 1877, la Bulgarie fut libérée de la domination turque par les troupes russes; à la Conférence de l'Union télégraphique internationale qui se tint à Londres en 1879, la Bulgarie était représentée par le délégué russe. La Bulgarie est devenue membre de l'Union à Berlin, en 1885.*

69 *Télégraphistes se familiarisant avec l'appareil Wheatstone au General Post Office (Londres, 1870).*

70 *Cette ligne télégraphique a été construite en 1880 pour porter un seul fil télégraphique de Rawalpindi à Sukkur, le long de la rive occidentale de l'Indus. Elle traverse les plaines et les vallonnements du Derajat. Elle n'a pas résisté seulement aux crues annuelles de l'Indus et de ses turbulents affluents, mais encore aux attaques des tireurs d'élite Baluchi et Mahsud. La ligne télégraphique était alors considérée comme le symbole de la puissance britannique par les hommes de ces tribus qui ont longtemps considéré comme un devoir d'honneur de l'endommager pour manifester leur opposition aux Britanniques. Les poteaux télégraphiques les plus faibles furent remplacés, mais la ligne reste encore intacte. On voit ici quelques paysans Baluchi, des contrôleurs de lignes télégraphiques et un surveillant du télégraphe rassemblés devant l'un des poteaux tubulaires d'origine qui étaient espacés d'environ 100 mètres.*

71 *La ligne télégraphique indo-européenne construite entre 1867 et 1870 par la firme allemande Siemens & Halske.*

70

71

72 *Le central télégraphique de Londres en 1874.*

73 *Divers types d'appareils de transmission et de réception utilisés au London Central Telegraph Establishment en 1874.*

72

Old Double Needle
or 'Cottage'
Pneumatic Pencil
A B C
American

J. Bell

Le *Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance*, telle était sa dénomination complète, avait à Paris son secrétariat et son laboratoire, alors que le Comité télégraphique n'avait pas cru devoir créer ni un secrétariat permanent ni un laboratoire. Tout membre de l'Union pouvait devenir membre de ces deux comités, dont les frais étaient partagés entre les participants. Les décisions des comités n'avaient aucun caractère obligatoire; les conclusions auxquelles aboutissaient leurs commissions d'études étaient publiées sous forme d'Avis par le Bureau de l'Union à Berne. Nous donnerons plus loin un exposé détaillé des principaux résultats des travaux de ces deux comités, notamment dans le domaine de la normalisation internationale.

Disons enfin quelques mots sur la qualité de membre et sur les finances de l'Union télégraphique internationale. Selon l'un des principes qui avaient été posés à la réunion constitutive de Paris en 1865, toute administration télégraphique pouvait devenir membre de l'Union. En pratique, cela signifiait que tous les pays dont les services télégraphiques étaient nationalisés pouvaient entrer à l'Union comme membre de plein droit. Quant aux autres pays, comme par exemple la Grande-Bretagne jusqu'en 1871 et les Etats-Unis d'Amérique tout au long de l'existence de l'Union télégraphique, ils ne pouvaient envoyer aux conférences de l'Union que des représentants de leurs compagnies privées et les Etats-Unis ont profité pleinement de cette disposition.

Une autre question concernant la qualité de membre se posa à propos des gouvernements coloniaux. L'Inde, par exemple, qui possédait son réseau télégraphique national, devint membre avant la Grande-Bretagne. Le principe qui consistait à considérer comme membres les administrations télégraphiques des colonies fut accepté par l'Union dès les premières années de son existence.

Un autre grand principe qui devait régir la gestion de l'Union télégraphique internationale tout au long de son existence était que les décisions, lorsqu'il s'agissait de voter un amendement, étaient prises à la majorité simple. Cela ne signifie pas que chaque décision revêtait un caractère obligatoire pour chaque gouvernement ou administration. Une fois qu'une décision avait été prise à la majorité, un pays avait toujours la possibilité de refuser de s'y plier, à condition de faire une déclaration formelle dans ce sens; cependant, de telles réserves constituèrent toujours une rareté.

Le mode de financement des activités de l'Union télégraphique internationale n'était pas simple. Les dépenses du Bureau de Berne et celles des conférences étaient réunies en un compte unique qui était alimenté par les membres selon un barème de contributions adopté par la Conférence de Vienne de 1868. Puisque ce système est toujours en vigueur aujourd'hui, c'est-à-dire un siècle plus tard, on peut l'inscrire aussi au crédit des délégués fondateurs de l'Union.

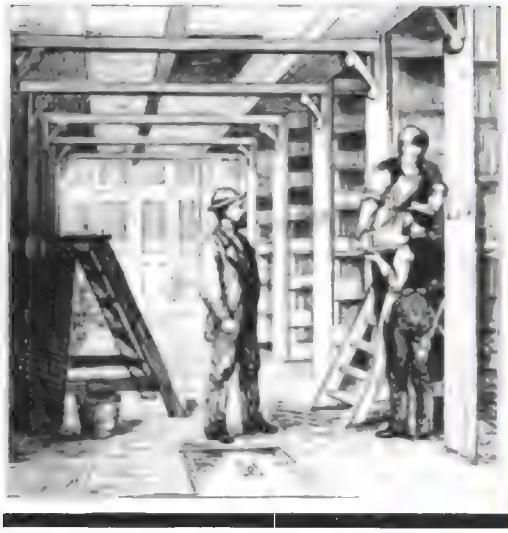
Chaque membre choisissait une classe pour s'acquitter de ses obligations; il y avait six classes de contribution: la classe I de 25 unités, la classe II de 20 unités, la classe III de 15 unités, la classe IV de 10 unités, la classe V de 5 unités et la classe VI de 3 unités. Le nombre des membres ayant choisi une classe était multiplié par le nombre d'unités de cette classe et, en additionnant le produit de ces six multiplications, on obtenait le nombre total des unités dont on disposait pour un exercice financier. En divisant les dépenses totales de l'Union par le nombre total des unités, on obtenait la valeur de l'unité de contribution.

La contribution annuelle de chaque membre ne dépendait donc pas seulement de son choix de la classe de contribution mais également du montant des dépenses totales de l'Union au cours d'un exercice. Par exemple, pour l'année 1910, où les dépenses totales se sont élevées à 126 000 francs-or, le nombre d'unités était de 630, de sorte que chaque unité comptait pour 200 francs-or. Un membre qui avait choisi la classe I devait donc payer 25 fois 200 francs-or, c'est-à-dire 5000 francs; un membre de la classe VI, classe de 3 unités, ne versait que 600 francs. C'est sans nul doute un système rationnel et équitable qui a résisté à l'épreuve du temps.

A la Conférence d'Atlantic City en 1947, lorsque la structure de l'U.I.T. fut complètement remaniée, on n'ajouta à l'ancien barème que deux classes supplémentaires; une classe supérieure, de 30 unités et une classe inférieure, d'une unité, ce qui porta à huit le nombre total des classes. A la Conférence de Buenos Aires de 1952, le nombre des classes fut porté à 14, allant de 30 unités à une demi-unité.

Telles étaient donc l'organisation et la structure de l'Union télégraphique internationale qui devait durer de 1865 à 1932. Lorsqu'elle fusionna avec la conférence radiotélégraphique pour devenir, à Madrid, l'Union internationale des télécommunications, les grandes lignes de cette structure et de cette organisation furent retenues et demeurèrent inchangées jusqu'à la Conférence d'Atlantic City (1947). Cette dernière devait aussi conserver les méthodes qui avaient déjà fait leurs preuves et qui sont considérées encore aujourd'hui comme parfaitement efficaces. La Conférence de plénipotentiaires, seule habilitée à réviser la Convention de l'Union, les Conférences administratives chargées de réviser les Règlements (télégraphique, téléphonique et des radiocommunications), les Comités consultatifs techniques et un secrétariat permanent, tous ces organismes forment l'appareil administratif de l'U.I.T., élaboré et mis à l'épreuve au cours de nombreuses décennies et qui est l'héritage direct de l'ancienne Union télégraphique. Dans le domaine des télécommunications, la coopération internationale n'a certes jamais cessé d'exister depuis un siècle.

THE BATTERY-ROOM.



TRACING TELEGRAMS.

MESSAGE PRESSES.

THE CHRONOPHER, OR TIME-BENDER.

THE LINES TEST-BOX.

THE SYMPATHETIC CLOCK.

74

74 *Services auxiliaires au London Central Telegraph Establishment en 1874.*

75 *Salle des appareils Hughes pour le trafic avec la Russie, au central télégraphique de Berlin en 1896.*

76 *Monument érigé sur l'Helvetia Platz à Berne, pour commémorer le 50e anniversaire de l'Union télégraphique internationale; inauguré le 16 décembre 1922.*

75

76

Taxes télégraphiques, priorités et codes

Si la première conférence de l'Union télégraphique internationale, tenue à Paris en 1865, s'était fixé comme objectif principal de définir une tarification acceptable des télégrammes, ce fut véritablement un choix heureux, car cette question fit séance tenante l'objet de discussions extrêmement étendues. Plus de temps fut consacré aux taxes et à la tarification qu'à toute autre question au cours de cette conférence et de toutes celles de l'Union télégraphique qui la suivirent. Les deux exigences fondamentales, toujours extrêmement difficiles à concilier, étaient et sont restées l'application d'un système de taxes internationales peu onéreuses qui incite le public à faire le plus large usage possible du télégraphe, et une juste rémunération pour les administrations gouvernementales et pour les compagnies télégraphiques privées.

A chaque examen des tarifs télégraphiques, de nouveaux facteurs surgissaient. La concurrence de nouvelles applications scientifiques, le téléphone et la radio, n'en constituent qu'un aspect. Des éléments purement économiques, tels que la dévaluation des monnaies et le coût de la nationalisation de compagnies privées, firent de la discussion sur les tarifs télégraphiques internationaux une source toujours renouvelée de controverses au cours des conférences.

Pour illustrer les modifications profondes subies par les taxes télégraphiques au cours du siècle dernier, prenons le cas le plus simple, celui de leurs fluctuations à l'intérieur d'un même pays. La Grande-Bretagne en offre un excellent exemple. Peu après 1850, alors que les installations télégraphiques étaient encore étroitement associées à celles des chemins de fer, l'envoi d'un télégramme de douze mots de Londres à Manchester coûtait 5 shillings. En 1870, lorsque le British Post Office se fut assuré le monopole de la transmission des télégrammes pour l'ensemble du Royaume-Uni, le port pour ce même télégramme fut réduit à 1 shilling. La taxe la plus basse fut de 6 pence en 1885, époque à laquelle 90 millions de télégrammes étaient envoyés annuellement. A l'heure actuelle, le coût d'un télégramme de douze mots de Londres à Manchester est de nouveau de 5 shillings, presque deux fois plus que pour une conversation téléphonique de trois minutes entre ces deux villes.

Lors de l'envoi d'un télégramme international, par exemple de Rome à Londres, de nouvelles questions financières surgissent immédiatement. Le pays d'origine, l'Italie, et le pays de destination, la Grande-Bretagne, perçoivent une taxe au titre de l'envoi et de la remise du télégramme (taxes terminales). En outre, si le télégramme est acheminé par la Suisse et la France, ces deux pays perçoivent leurs propres taxes de transit. Enfin, à l'époque où le câble sous-marin sous la Manche était encore la propriété d'une compagnie privée, une taxe supplémentaire devait être acquittée pour son utilisation.

Un accord international sur l'uniformisation des taxes terminales et des taxes de transit constituait un but hautement souhaitable de la Conférence de Paris, en 1865, tout particulièrement du fait que certains pays appli-

quaient différentes taxes terminales selon le pays d'origine. Ainsi, par exemple, le Wurtemberg percevait une taxe terminale de 3 francs pour les télégrammes émanant de tous les membres de l'Union autres que la France, l'Italie et la Suisse, qui n'avaient à acquitter qu'une taxe de 1 franc. La Russie et la Turquie offraient également un cas particulier, en ce sens qu'elles appliquaient des taxes terminales différentes selon la distance à parcourir à partir de leurs frontières. Toutes ces taxes terminales et de transit furent, pour la première fois, codifiées et publiées en 1865, dans un tableau annexé à la Convention de la Conférence de Paris.

Vingt ans après, la Conférence administrative de Berlin adopta un nouveau système sur lequel se fonde encore aujourd'hui le Règlement télégraphique de l'U.I.T. En 1885, on créa deux régimes: le régime européen et le régime extra-européen. En ce qui concerne l'Europe, une seule et même taxe terminale et une seule et même taxe de transit furent fixées pour tous les Etats. La taxe terminale, abaissée ultérieurement à 6,5 centimes, était alors de 10 centimes par mot; aujourd'hui, aux termes du Règlement télégraphique, elle ne peut excéder 15 centimes. Pour le transit, la taxe par mot fut de 8 et de 4 centimes et atteint aujourd'hui, au maximum, 5 centimes. L'U.R.S.S. applique encore aujourd'hui une taxe terminale maximum de 32 centimes et la Turquie de 18 centimes.

Un accord sur les taxes terminales du régime extra-européen ne fut conclu qu'à la Conférence administrative de Paris, en 1925, qui fixa les taxes maximums pouvant être perçues. Le nombre minimum de mots pour un télégramme du régime européen fit également l'objet de débats animés au cours des diverses conférences de l'Union. Longtemps, ce minimum fut de vingt mots; aujourd'hui, il a été abaissé à 7 mots, à 14 pour les télégrammes de presse et à 22 pour les télégrammes-lettres.

Le franc français fut adopté comme unité pour toutes les opérations comptables à dater de la Convention de Paris. Cette décision dut être révisée en 1925, lorsque le franc-or fut défini comme égal à 100 centimes d'un poids de 10/31^{e} de gramme d'or et d'un titre de 0,900. Cette unité est encore appliquée aujourd'hui pour tous les comptes internationaux des télécommunications. De nouvelles difficultés surgirent en 1931, lorsque la Grande-Bretagne et beaucoup d'autres pays abandonnèrent l'étalon-or, tout en conservant leurs anciennes taxes télégraphiques. Nombre d'usagers continentaux jugèrent alors moins onéreux d'envoyer leurs télégrammes à des pays extra-européens en les acheminant par l'Angleterre; malgré tout le désir des services télégraphiques continentaux et britanniques de découvrir ces agissements et de les faire cesser, il leur fut impossible d'y mettre un terme définitif.

La priorité des télégrammes est encore une vieille histoire, bien antérieure à la fondation de l'Union. Elle remonte à l'époque du télégraphe optique, et est encore observée aujourd'hui. Au début, les télégrammes d'Etat venaient toujours en tête, suivis des télégrammes de service des chemins de fer et plus tard des administrations des télégraphes; en dernier lieu venaient les seuls télégrammes pour lesquels une taxe était perçue, ceux du public et

77 *Ce qui subsiste des poteaux de la première ligne télégraphique installée en Bolivie (La Paz-Oruro, 1870). Les conducteurs de cuivre étaient supportés par des isolateurs de porcelaine montés sur des traverses classiques en fer galvanisé au sommet de ces poteaux en pierre.*

78 *Artère en fils nus aériens transportant 12 voies télégraphiques, dans le nord de la Finlande. On utilise encore fréquemment de telles lignes aériennes dans les régions écartées où il n'est pas facile de poser des câbles. Les conditions météorologiques rigoureuses imposent à la maintenance de ces lignes des exigences très sévères.*

77 78

ceux du commerce, de l'industrie et des banques. Le Bureau de Berne révéla, en 1890, le nombre incroyable de télégrammes pour lesquels aucune taxe n'était perçue: à cette époque, l'Administration belge acheminait 5,3 millions de télégrammes taxés et 2,8 millions de télégrammes sans taxe; au cours de cette année 1890, le déficit enregistré par l'Administration belge avait atteint la somme de 1,1 million de francs.

Le Règlement télégraphique actuellement en vigueur prévoit un ordre de priorité bien défini. L'article 61 expose que «les télégrammes relatifs à la sécurité de la vie humaine en mer, sur terre ou dans les airs, et les télégrammes épidémiologiques d'urgence exceptionnelle de l'Organisation mondiale de la santé ont la priorité absolue sur tous les autres télégrammes»; ils sont précédés de l'abréviation = SVH =. Viennent ensuite, aux termes de l'article 36, les télégrammes des Nations Unies, dans l'ordre suivant: président du Conseil de sécurité, président de l'Assemblée générale, secrétaire général, président du Comité d'Etat-major, etc. Les télégrammes prioritaires des Nations Unies portent la mention = ÉTAT PRIORITÉ NATIONS =. Les avis de service se rapportant aux dérangements importants des voies de télécommunication viennent ensuite et portent la mention = ADG =. En quatrième lieu, viennent les télégrammes d'Etat pour lesquels priorité a été demandée, et qui doivent porter l'indication de service taxée = ÉTAT PRIORITÉ =.

Citons ensuite les télégrammes météorologiques portant l'indication = OBS =, puis les télégrammes de service urgents, les avis de service urgents, les avis de service taxés, les télégrammes privés urgents, les télégrammes = RCT = urgents (lesquels concernent les personnes protégées en temps de guerre par les Conventions de Genève) et enfin les télégrammes de presse. Tous ces messages portent l'indication = URGENT =, suivie d'une seconde qui en précise la catégorie. Ainsi, par exemple, un télégramme de presse urgent porte l'indication = URGENT PRESSE =.

Enfin viennent les télégrammes ordinaires: télégrammes privés, d'Etat, ou de presse, et les télégrammes-lettres qui, en Europe, portent l'indication = ELTF = pour les télégrammes d'Etat ou simplement = ELT = pour les télégrammes privés. Dans le régime extra-européen, les télégrammes-lettres d'Etat portent l'indication = LTF = et les télégrammes-lettres privés l'indication = LT =. Le Règlement contient, bien entendu, un grand nombre d'autres catégories, par exemple: = LXDEUIL =, télégrammes de luxe envoyés à l'occasion d'un deuil et = TR =, télégramme en poste restante.

L'usage consistant à envoyer des messages en code est plus ancien encore que le télégraphe électrique. Nous avons déjà vu que le télégraphe optique de Chappe permettait de transmettre, par les diverses positions de ses bras, des mots et même des phrases entières. Les raisons de l'utilisation d'un code sont les mêmes pour le télégraphe électrique, à savoir le secret et l'économie.

79

Il n'est plus certain aujourd'hui que les conditions de secret soient la principale raison de l'utilisation de codes commerciaux. Alors que, dans le passé, il fallait des semaines et des mois pour déchiffrer un code, cette opération s'effectue aujourd'hui en quelques heures grâce à des calculatrices électroniques conçues et programmées à cet effet. C'est là une méthode couramment utilisée pour le déchiffrage des messages secrets transmis en code par l'Armée ou par la Marine et il semble que seule une modification horaire du code puisse garantir un véritable secret.

La transmission en code pour des raisons d'économie va parfois à l'encontre du but recherché. Les télégrammes rédigés en code présentent beaucoup plus de difficultés pour le télégraphiste, du fait qu'ils doivent être lus et transmis lettre par lettre. Une seule lettre changée peut entièrement modifier le sens du message, aussi est-il souvent demandé au télégraphiste de collationner des passages d'un télégramme, ou même des télégrammes entiers. Naturellement, les administrations demandent une compensation pour le temps que prennent ces opérations.

Les premières Conventions et les premiers Règlements télégraphiques permettaient au public de rédiger ses télégrammes dans l'une quelconque des langues utilisées par les membres de l'Union, la seule restriction imposée étant que la longueur des mots ne devait pas excéder sept syllabes. En 1909, 47 langues officielles avaient été acceptées par l'Union, parmi lesquelles: l'ammonite, l'annamite, le chinois, le croate, l'hébreu, l'islandais, l'illyrien, le kiswahili, le lao, le latin, le louganda, le luxembourgeois, le persan, le ruthénien, le siamois, le slovaque et le slovène, le turc et enfin le wolof.

Le Règlement télégraphique actuel de l'U.I.T. ne contient pas de liste des langues autorisées, mais il admet le latin et l'espéranto. En outre, il admet comme télégrammes en langage clair ceux destinés à la Chine ou provenant de ce pays, qui sont rédigés dans un code à 4 chiffres, à condition que les groupes figurent dans le dictionnaire télégraphique officiel de l'Administration chinoise.

Cela pourrait bien signifier la fin des télégrammes en langage clair; cependant, la disposition des premiers Règlements qui admettaient des mots courants comptant jusqu'à sept syllabes, mais seulement des groupes de cinq lettres pour les télégrammes en code avait donné lieu très tôt à des abus. Ainsi, par exemple, un ancien manuel télégraphique cite les mots de code suivants:

APOGUMNOUMAI
APUGUMNOSOMETHA
EKMISTHOSOISTHEN
CHINESISKSLUTNINGSDON (21 lettres, mais seulement 6 syllabes)

Ces mots étaient peut-être prononçables, mais leur signification n'est pas parvenue jusqu'à nous.

79 Construction d'une ligne aérienne. Montage de traverses sur des poteaux.

NOMENCLATURE OFFICIELLE

DES

BUREAUX TÉLÉGRAPHIQUES

OUVERTS AU SERVICE INTERNATIONAL

PUBLIÉE PAR LE

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DE L'UNION INTERNATIONALE

DES TELECOMMUNICATIONS

21e ÉDITION

OCTOBRE 1961

SECOND VOLUME

M Z

GENEVE

PUBLIÉE PAR L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

19..

Springdale, Newfoundland		Canada, Terre-Neuve.
Springdale, Arkansas		Etats-Unis.
Springdale, Connecticut		Etats-Unis.
Springdale, Iowa		Etats-Unis.
Springdale, Lexington Co.		Etats-Unis, Caroline du Sud.
Springdale, Montana		Etats-Unis.
Springdale, Ohio		Etats-Unis.
Springdale, Oregon		Etats-Unis.
Springdale, Pennsylvania		Etats-Unis, Pensylvanie.
Springdale, South Carolina		Etats-Unis, Caroline du Sud.
Springdale, Utah		Etats-Unis.
Springdale, Washington		Etats-Unis.
Springdale, West Virginia		Etats-Unis, Virginie occ.
Springdell, Pennsylvania		Etats-Unis, Pensylvanie.
Springdell, Utah		Etats-Unis.
Springe, Deister		Allemagne, Hannover.
Springen bei Riefensberg		Autriche, Vorarlberg.
Springer, New Mexico		Etats-Unis, N. Mexique.
Springer, Oklahoma		Etats-Unis.
Springers Hot Springs		Etats-Unis, Nevada.
Springerton		Etats-Unis, Illinois.
Springerville		Etats-Unis, Arizona.
Springfield, Queensland		Australie.
Springfield South	K	Australie, Tasmanie.
Springfield, Tasmania	K	Australie, Tasmanie.
Springfield, Annapolis Co.		Canada, N. Ecosse.
Springfield, Antigonish Co.		Canada, N. Ecosse.
Springfield Corner, New Brunswick		Canada.
Springfield, Manitoba		Canada.
Springfield, New Brunswick		Canada.
Springfield, Ontario		Canada.
Springfield Park		Canada, Québec.
Springfield, Prince Co.		Canada, Prince Edouard (Ile).
Springfield, Queens Co.		Canada, Prince Edouard (Ile).
Springfield Ranch		Canada, Colombie brit.
Springfield, Bradford Co.		Etats-Unis, Pensylvanie.
Springfield, Colorado		Etats-Unis.
Springfield Corners, Wisconsin		Etats-Unis.
Springfield, Delaware Co.		Etats-Unis, Pensylvanie.
Springfield, Fairfax Co.		Etats-Unis, Virginie.
Springfield, Florida		Etats-Unis, Floride.
Springfield Gardens, Queens Co.		E.-U. (T. de New York City).
Springfield, Georgia		Etats-Unis, Géorgie.
Springfield, Hampshire Co.		Etats-Unis, Virginie occ.
Springfield, Idaho		Etats-Unis.
Springfield, Illinois	N	Etats-Unis.
Springfield Junction		Etats-Unis, Orégon.
Springfield, Kentucky		Etats-Unis.
Springfield Lake		Etats-Unis, Ohio.
Springfield, Louisiana		Etats-Unis, Louisiane.
Springfield, Maine		Etats-Unis.
Springfield, Maryland		Etats-Unis.
Springfield, Massachusetts	N	Etats-Unis.
Springfield, Michigan		Etats-Unis.
Springfield, Minnesota		Etats-Unis.
Springfield, Missouri	N	Etats-Unis.
Springfield, Nebraska		Etats-Unis.
Springfield, New Hampshire		Etats-Unis.
Springfield, New Jersey		Etats-Unis.
Springfield, Ohio	N	Etats-Unis.
Springfield, Oregon		Etats-Unis.
Springfield, Otsego Co.		Etats-Unis, New York State.
Springfield, South Carolina		Etats-Unis, Caroline du Sud.
Springfield, South Dakota		Etats-Unis, Dakota du Snd.
Springfield, Tennessee		Etats-Unis.
Springfield, Vermont		Etats-Unis.
Springfield, Walworth Co.		Etats-Unis, Wisconsin.
Springfield, Washington		Etats-Unis.
Springfield, Jamaica		Indes occ., Jamaïque.
Springfield, New Zealand		Nouvelle-Zélande.
Springfield, Transvaal		Union de l'Afrique du Sud.
Springfontein		Union de l'Afrique du Sud, Orange.
Springford		Canada, Ontario.
Spring Fork		Etats-Unis, Missouri.
Spring Gap, Maryland		Etats-Unis.
Spring Garden, Alabama		Etats-Unis.
Spring Garden, California		Etats-Unis, Californie.
Spring Garden, Missouri		Etats-Unis.
Spring Glen, New York State		Etats-Unis.
Spring Glen, Schuylkill Co.		Etats-Unis, Pensylvanie.
Spring Glen, Utah		Etats-Unis.
Spring Green, Wisconsin		Etats-Unis.
Spring Grove, New South Wales	K	Australie, N. Galles du Sud.

1800	心	Cœur; centre.
1801	必	Nécessairement; il faut.
1802	忉	Inquiet.
1803	忌	Envier; éviter.
1804	忍	Supporter; endurer.
1805	忒	Changer; douter; excès.
1806	忖	Réfléchir; considérer.
1807	志	But; résolution.
1808	忘	Oublier; omettre.
1809	忐	Craintif.
1810	忑	Timide.
1811	忙	Occupé; pressé; se hâter.
1812	忝	Déshonneur.
1813	忠	Fidèle.
1814	忡	Triste.
1815	忪	Épouvanté; agité.
1816	快	Joyeux; prompt; rapide; vite.
1817	忭	Joyeux.
1818	忮	Féroce; cruel; batailleur.
1819	念	Penser.
1820	忱	Sincérité.
1821	忸	Honteux; habitué.
1822	忤	Désobéir; rebelle.
1823	忻	Content.
1824	忽	Soudain; négligent.
1825	忿	Colère.
1826	怍	Honteux.
1827	怎	Comment.
1828	怏	Mécontent.
1829	怒	Colère; se fâcher.
1830	怕	Avoir peur; craindre.
1831	怖	Craindre.
1832	怙	Soumis.
1833	怙	Père; appui.
1834	怛	Frayeur; douleur.
1835	思	Penser; réfléchir.
1836	怠	Paresseux.
1837	怡	Joie.
1838	急	Urgent; hâte.
1839	怦	Subit.
1840	性	Caractère; nature.
1841	怨	Haine.
1842	怩	Honte.
1843	怪	Douter; étrange.
1844	怫	Colère.
1845	怯	Timide.
1846	怱	Pressé.
1847	怵	Crainte.
1848	惯	Habituer.
1849	悅	Trouble.
1850	怔	Craintif.
1851	悬	Penser.
1852	恂	Sincère.
1853	恃	S'appuyer; appui.
1854	恆	Constant.
1855	恇	Timide.

80 *Il y a environ 250 000 bureaux télégraphiques répartis dans tous les pays membres de l'U.I.T. Leur liste constitue la Nomenclature officielle des bureaux télégraphiques, document de service publié par l'U.I.T. L'extrait ci-contre en prouve bien la nécessité. Un télégramme adressé tout simplement à « Springfield » n'arriverait jamais à destination si l'on ne précisait pas qu'il s'agit de Springfield, Queensland (Australie), ou Ontario (Canada), ou Louisiane (Etats-Unis), ou encore de Springfield, Jamaïque, Nouvelle-Zélande ou République Sudafricaine.*

81 La télégraphie en chinois

Contrairement aux lettres de l'alphabet, les caractères chinois indiquent un sens, et non un son. D'où cet avantage qu'un Chinois peut communiquer par écrit avec un de ses compatriotes parlant un dialecte différent du sien, ou même avec une personne qui ne sait pas parler le chinois. Un caractère a la même signification *pour tous, de même que, selon le Code de la route, un panneau triangulaire veut dire « Attention ! » dans toutes les langues.*

Il y a donc autant de caractères que de mots. La plupart des gens en connaissent tout au plus 5 000, ce qui revient à dire que ce nombre de caractères suffit à tout un chacun (sauf sans doute aux érudits) et satisfait les besoins du commerce et de l'administration. L'inconvénient d'avoir à apprendre deux langues, l'une parlée et l'autre écrite, est compensé par le fait que le chinois parlé est difficile à écrire avec un alphabet. Nombreux sont les sons qui peuvent avoir jusqu'à une vingtaine de significations, mais comme chacune de celles-ci correspond à un caractère différent, toute ambiguïté disparaît dans l'écriture.

Pour le codage télégraphique, les caractères posent évidemment beaucoup plus de problèmes que les alphabets. Avec la plupart des alphabets, il suffit de coder une cinquantaine d'éléments, si l'on compte les lettres, les chiffres et les signes de ponctuation. On y parvient avec la représentation binaire, par traits et points, du code Morse. Mais il aurait été extrêmement laborieux d'inventer un code « sino-morse » propre au chinois.*

C'est en 1882, peu après l'installation de la première ligne télégraphique, que fut publié le premier code télégraphique chinois. Plus de 6 000 caractères d'usage courant y étaient représentés, chacun par un nombre formé de 4 chiffres.

C'est ces nombres qui étaient transmis par le télégraphe, et décodés à la réception. Tel est encore le système actuellement en vigueur; toutefois, le code d'aujourd'hui n'est plus celui des débuts et il comporte plus de 9 000 caractères. La transmission se fait en Morse ou au téléimprimeur, et l'on peut écouler 72 mots de chinois à la minute.

Le dictionnaire télégraphique officiel est un volume de 256 pages, qui n'est pas plus difficile à consulter que n'importe quel dictionnaire chinois.

Un caractère chinois comprend deux parties. L'une d'elles est le « radical »; il en existe 214. Le radical exprime d'ordinaire le sens fondamental du mot, de même que dans « extrait », le suffixe « ex » donne l'idée de provenance. Les caractères inscrits dans le dictionnaire sont groupés par radicaux, et se succèdent dans l'ordre croissant du nombre des traits qu'ils comportent.

Pour transmettre, par exemple, la phrase « La colère est mauvaise conseillère », on cherchera d'abord le mot colère, qui figure sous le radical « cœur ».

Ce radical figure en haut de la colonne que nous voyons ci-contre, avec tous les caractères qui en découlent. Il n'a d'ailleurs pas la même forme si, au lieu de jouer le rôle de radical, il entre en composition dans un caractère. L'autre partie du caractère « colère » comporte quatre barres; elle exprime l'idée de division, de dissentiment. On cherche alors, parmi les caractères à 4 barres (ils vont de 1812 à 1825), celui qui signifie « colère »: c'est le 1 825. L'opérateur d'arrivée le retranscrit en caractère, et le destinataire, selon sa langue, lira « fèn », « anger », « colère », etc.

Avec 10 000 caractères, on dispose d'un vocabulaire convenable. Bien que le dictionnaire télégraphique chinois ne comprenne pas l'expression « installer un paravent pour dissimuler une cuisine portative », on y trouve le terme qui désigne « l'instrument en bois en forme de tigre dont on se sert pour arrêter la musique ».

* *Pour un code « sino-morse » permettant de transmettre par exemple 50 000 caractères, il faudrait des signaux composés de 1 à 17 traits ou points, alors que l'alphabet Morse classique en comporte un maximum de six. On pourrait naturellement confier le traitement d'un tel code à un système de calculatrice électronique, mais à quel prix!*

82

82 *Des fanatiques de l'« hydro-aéroplane » se rassemblèrent à Monaco en mars 1912. Cette photographie de l'un de ces appareils, prise en face du Casino, fut transmise à Paris par voie télégraphique.*

83 *Le central télégraphique de Stockholm en 1872. Au mur, le portrait du Directeur général de l'époque, Carl Akrell.*

84 *Le central télégraphique international de la R.C.A., à New York en 1933, avec ses opérateurs transmettant et recevant des messages en Morse.*

83

84

Au cours des premières conférences de Saint-Pétersbourg, en 1875, de Londres, en 1879, et de Berlin, en 1885, on tenta d'imposer une longueur maximum de 15 et de 10 lettres pour les groupes de code et d'appliquer la même taxe aux télégrammes en langage secret et en langage clair. Néanmoins, les usagers ne furent pas satisfaits de cette mesure et il y eut encore des abus.

Des mots figurant dans le dictionnaire furent intentionnellement mal orthographiés, et d'autres, qui ressemblaient à des mots du dictionnaire, mais qui étaient entièrement forgés, firent bientôt leur apparition. En conséquence, à la Conférence de Paris de 1890, il fut décidé que le Bureau de Berne établirait un dictionnaire officiel complet de tous les mots de code permis. Ce vocabulaire fut effectivement publié; il comprenait 265 740 mots classés par ordre alphabétique et 15 000 exemplaires en furent distribués. Cette initiative souleva un grand nombre de critiques; pour les uns, le vocabulaire était trop restreint, pour les autres, il renfermait des erreurs typographiques. Aussi la Conférence de Budapest (1896) chargea-t-elle le Bureau d'étendre et d'améliorer le vocabulaire officiel.

On ne peut qu'admirer la minutie avec laquelle les fonctionnaires du Bureau effectuèrent le travail. Ils demandèrent aux membres de l'Union de leur communiquer tous les codes autorisés et ils en reçurent 218, publics et privés, contenant un total de 5 750 000 mots. Les travaux commencèrent en février 1897 et, en mai 1901, furent publiés quatre gros volumes et un appendice contenant plus de 1 900 000 mots, dont 7 000 exemplaires furent distribués; les frais s'étaient élevés à 300 000 francs suisses. Néanmoins, ce nouveau vocabulaire officiel n'obtint pas plus de succès que le précédent et la Conférence de Londres de 1903 le jugea inacceptable, surtout parce qu'il ne contenait pas assez de mots tout en rendant inutiles un grand nombre de codes privés. Il ne restait plus alors comme solution qu'à normaliser et à légaliser les codes existants.

Le Règlement télégraphique de 1903 stipulait également que les mots en code devaient être prononçables et ne pas comporter plus de dix caractères de l'alphabet Morse. Mais l'Union n'avait pas compté avec l'ingéniosité des fabricants de codes. En 1904, lorsque ce nouveau Règlement entra en vigueur, un système de code entièrement nouveau avait été imaginé, qui ne comportait que des groupes de cinq lettres; en combinant deux de ces groupes, on obtenait un nouveau groupe que l'on pouvait faire passer pour un mot de code de dix lettres, ce qui avait pour résultat de réduire de moitié la taxe des télégrammes. Et certains usagers, afin de convaincre l'agent taxateur que ces mots étaient prononçables, parvenaient «à prononcer, en se tordant la bouche, des mots comportant jusqu'à quatre ou cinq consonnes consécutives».

En vue de légaliser les codes existants, l'Union créa une Commission de contrôle des codes qui fonctionna entre 1908 et 1913. Au cours de la guerre de 1914, une stricte censure interdit, bien entendu, toute utilisation de codes par le public, mais à la fin des hostilités le problème surgit de nouveau, toujours aussi insoluble. Un grand nombre

85 Le central télégraphique de Johannesbourg en 1960. Tout le trafic télégraphique est transmis par téléimprimeur automatique sur le réseau Gentex.

85

86 *Le dispositif de commutation électronique du central télégraphique international de la R.C.A., à New York en 1963.*

87 *Aujourd'hui, les télégrammes sont transmis par des appareils automatiques à grande vitesse. On voit une opératrice de la Western Union (Etats-Unis) qui transmet un message émanant d'un bureau télégraphique. Elle n'a qu'à imprimer un symbole d'acheminement au début du message avant d'en dactylographier le texte, lequel apparaît sur une bande perforée. A mesure que cette bande passe dans le transmetteur automatique (cette sorte de boîte que l'on aperçoit à gauche), les symboles codés font fonctionner le « cerveau électronique » du centre éloigné de transmission à grande vitesse, et le message file vers sa destination.*

86

87

88 *Brevet du téléphone d'Alexander Graham Bell, 1876 (N° 174.465).*

de nouveaux codes virent le jour et l'Union créa un Comité d'étude du langage convenu, qui se réunit à Paris en 1925 et à Cortina d'Ampezzo en 1926. La majorité, composée de 14 pays, n'admettait que l'utilisation de codes de cinq lettres; quant à la minorité, réduite à la seule Grande-Bretagne, elle souhaitait conserver les mots de code de dix lettres. Plus tard, à la Conférence administrative de Bruxelles de 1926, deux catégories de codes furent autorisés: ceux de la *catégorie A* comprenant des mots de dix lettres pouvant être prononcés, et ceux de la *catégorie B* des mots de cinq lettres constitués au gré de l'usager.

Le Règlement télégraphique actuel n'admet pour le langage secret que des mots artificiels de cinq lettres au maximum; il autorise les télégrammes où figurent des mots existant véritablement mais dont le sens diffère de celui qu'ils ont dans un texte normal en langage clair.

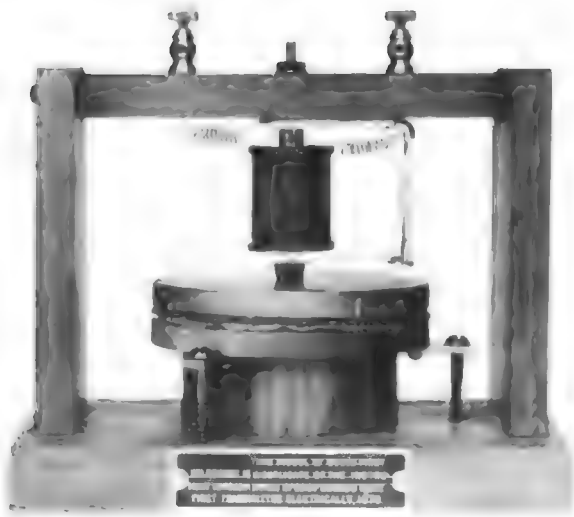
Le téléphone

Naturellement le télégraphe est un moyen de communication relativement lent, bien que signaux et messages soient transmis sur les fils électriques à la vitesse de la lumière. L'expéditeur doit consacrer un certain temps à rédiger un texte aussi condensé que possible; il doit parfois consulter un dictionnaire de codes; enfin, le message terminé doit être remis de la main à la main à l'agent taxateur. Celui-ci peut être amené à en différer la transmission s'il a des messages prioritaires en instance; de toute façon, il ne peut le transmettre qu'à la vitesse maximum à laquelle il peut taper les mots sur son téléimprimeur. La réponse à un télégramme n'arrive forcément qu'au bout de quelques heures. La transmission de la voix humaine par l'intermédiaire de l'électricité est, bien entendu, beaucoup plus rapide. En outre, pour une même dépense, on peut échanger un bien plus grand volume d'information.

Sans doute ces possibilités n'avaient été que vaguement entrevues par les inventeurs du téléphone à la fin du siècle dernier. Elles expliquent néanmoins qu'après un très lent départ en Europe au début du 20e siècle, le téléphone ait constamment gagné du terrain sur le télégraphe et qu'il l'ait largement dépassé aujourd'hui. « Une bonne part des remarquables progrès de la téléphonie internationale en Europe peut être attribuée à l'action du Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance.» Cette déclaration, faite en 1929 par Walter S. Gifford, alors président de l'American Telephone and Telegraph Company, rend un juste hommage à l'œuvre de l'U.I.T. L'extension au monde entier du téléphone aussi bien que du télégraphe, à travers les frontières et les océans, aurait été extrêmement lente, pour ne pas dire impossible, sans une organisation internationale efficace.

Mais on peut établir un autre parallèle entre le téléphone et le télégraphe. C'est encore le grand savant anglais Robert Hooke (1635-1703), qui émit les premières suggestions relatives aux moyens de transmettre la parole humaine sur de longues distances. A la suite de quelques expériences sur la transmission du son par des fils tendus, il écrivait: « Il est possible, comme je l'ai constaté, de saisir un murmure à une distance d'un furlong (201 mètres); peut-être n'est-il pas invraisemblable que par sa nature même, ce phénomène puisse se produire pour une distance dix fois supérieure ».

Les deux domaines offrent encore une analogie. De même que le télégraphe optique a précédé le télégraphe électrique, on a gardé trace d'au moins une proposition visant à expérimenter la téléphonie acoustique. Son auteur, G. Huth, l'a présentée dans un opuscule intitulé *Traité de certains instruments acoustiques... et usage du tube parlant en télégraphie*, publié à Berlin en 1796. Il ne s'était alors écoulé que trois ans depuis que Chappe avait construit, en France, sa première ligne de télégraphie optique. Huth nourrissait l'idée chimérique que, par nuit claire, des porte-voix ou « tubes parlants » permettraient de transmettre des messages d'une tour à la suivante. Comme les tours du télégraphe optique étaient, en moyenne, éloignées de 10 km l'une de l'autre, un tel système n'aurait jamais pu fonctionner. Quoi qu'il en soit, la phrase suivante tirée de l'ouvrage de Huth assure à jamais sa renommée:



89

« Quel autre nom conviendrait mieux aux communications télégraphiques par tube parlant que le mot, tiré du grec, « téléphone » ? ».

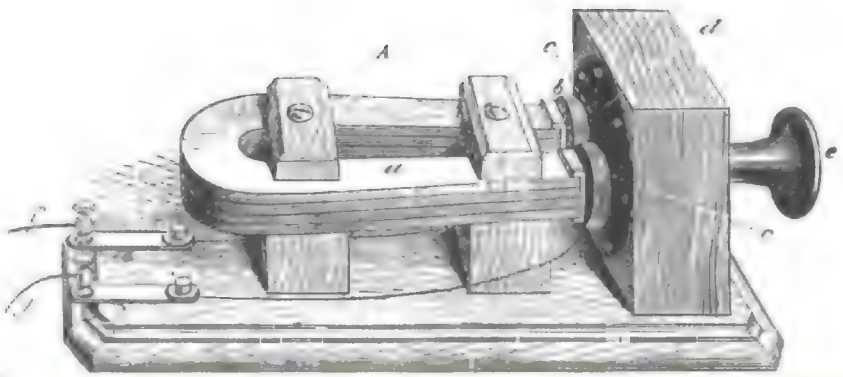
L'invention du téléphone électrique répondait à un motif bien moins pressant que celle du télégraphe électrique, puisque ce dernier procurait déjà une transmission relativement rapide des messages. Parmi les précurseurs, nous retiendrons quand même le nom de Charles Grafton Page (1812-1868), savant américain de Salem (Massachusetts) qui découvrit en 1837 que de brusques modifications de l'état magnétique du fer produisent une note musicale dont la hauteur dépend de la fréquence de ces modifications; il donna aux sons ainsi produits le nom de « musique galvanique ».

Un grand nombre de physiciens répétèrent ces expériences dans leurs laboratoires, mais c'est Philipp Reis (1834-1874) de Friedrichsdorf, près de Francfort-sur-le-Main qui réalisa, en 1860, la première transmission électrique d'une mélodie sur une certaine distance. Sur un cône imitant l'oreille humaine il tendit une membrane, à laquelle était fixé par de la cire à cacheter un fil de platine et introduisit ce dispositif dans la bonde d'un tonneau à bière. Le fil de platine faisait partie d'un circuit alimenté par une batterie d'accumulateurs et, tandis que le son faisait vibrer la membrane, les mouvements du fil ouvraient et fermaient le circuit avec la même fréquence. A l'autre bout du circuit, les conducteurs arrivaient à une bobine enroulée autour d'une aiguille à tricoter. Les rapides modifications de l'état magnétique de l'aiguille à tricoter reproduisaient le son. Trois années plus tard, Reis affirmait que « des mots peuvent être également transmis de cette façon ».

Aux alentours de 1875, année de la mémorable Convention de Saint-Pétersbourg, deux Américains, Elisha Gray (1835-1901) et Alexander Graham Bell (1847-1922), inconnus l'un de l'autre, se consacraient, chacun de son côté, aux transmissions téléphoniques. Gray était un inventeur et un fabricant de Chicago. Son téléphone ressemblait à celui de Reis, mais il avait fixé à la membrane une petite tige d'acier, dont l'extrémité libre plongeait dans un liquide de faible conductivité. Tout son émis devant la membrane faisait vibrer la tige, d'où une variation du courant dans le circuit, alimenté par des accumulateurs, dont faisait partie ce liquide. Au poste récepteur, les conducteurs passaient par un électro-aimant à l'intérieur duquel était placée une autre tige de fer doux, également fixée à une membrane. Ainsi, le son atteignant le diaphragme d'émission était électriquement reproduit par le diaphragme de réception.

Le 14 février 1876, Gray déposa à l'Office des Brevets des Etats-Unis une demande provisoire de brevet pour l'instrument qu'il avait inventé, espérant ainsi empêcher d'autres personnes de breveter cette idée durant une année entière. Or, le même jour, mais quelques heures plus tôt, Bell avait déposé un brevet pour le même type d'instrument. La paternité de l'invention fit l'objet d'amers différends juridiques au cours des années qui suivirent mais c'est Bell qui finit par recevoir les droits de brevet pour une invention qui lui conféra un grand prestige.

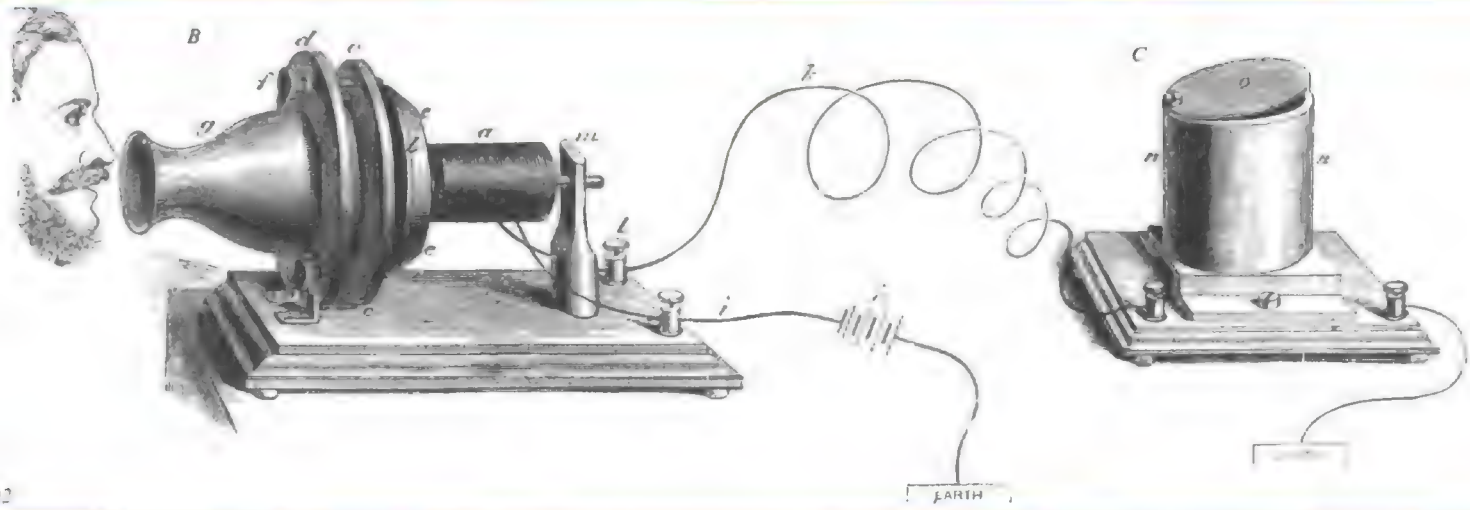
90



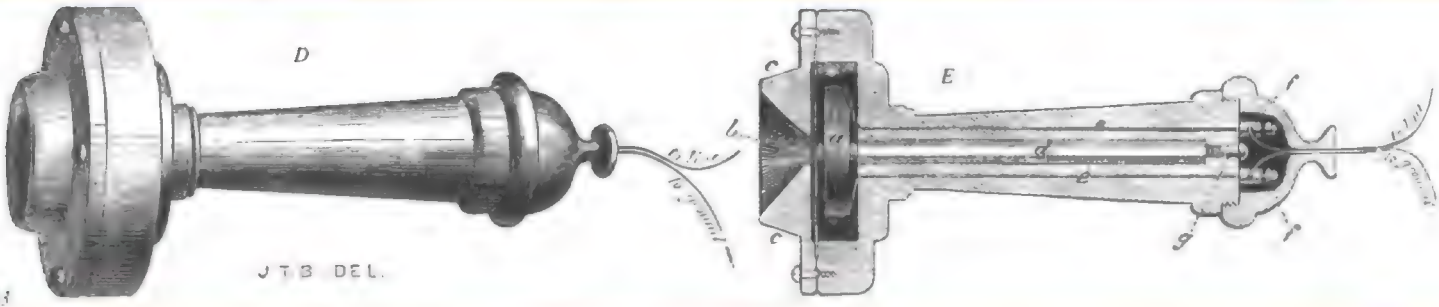
91

89 *Reproduction, d'après l'original, du téléphone inventé en 1875 par Alexander Graham Bell. Travail exécuté par les soins de l'American Telephone and Telegraph Company.*

90 *Croquis d'un transmetteur à magnéto et d'un récepteur, exécuté d'après le brevet original de Bell.*



92



93

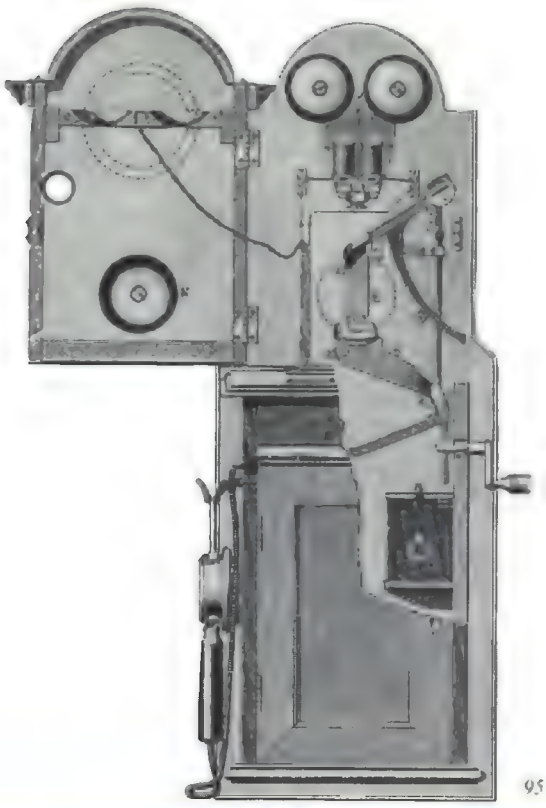
91-94 *L'une des premières illustrations que l'on possède (1877) du téléphone de Graham Bell. Reproduction de l'appareil montré à l'Exposition de Philadelphie et décrit par Sir William Thomson.*
A. Récepteur. B. Transmetteur. C. Appareil téléphonique interurbain — de construction légèrement postérieure — pour usage de bureau.
D. Téléphone portatif, à la fois transmetteur et récepteur. E. Vue en coupe de l'appareil précédent. F. Comment on téléphone.

94

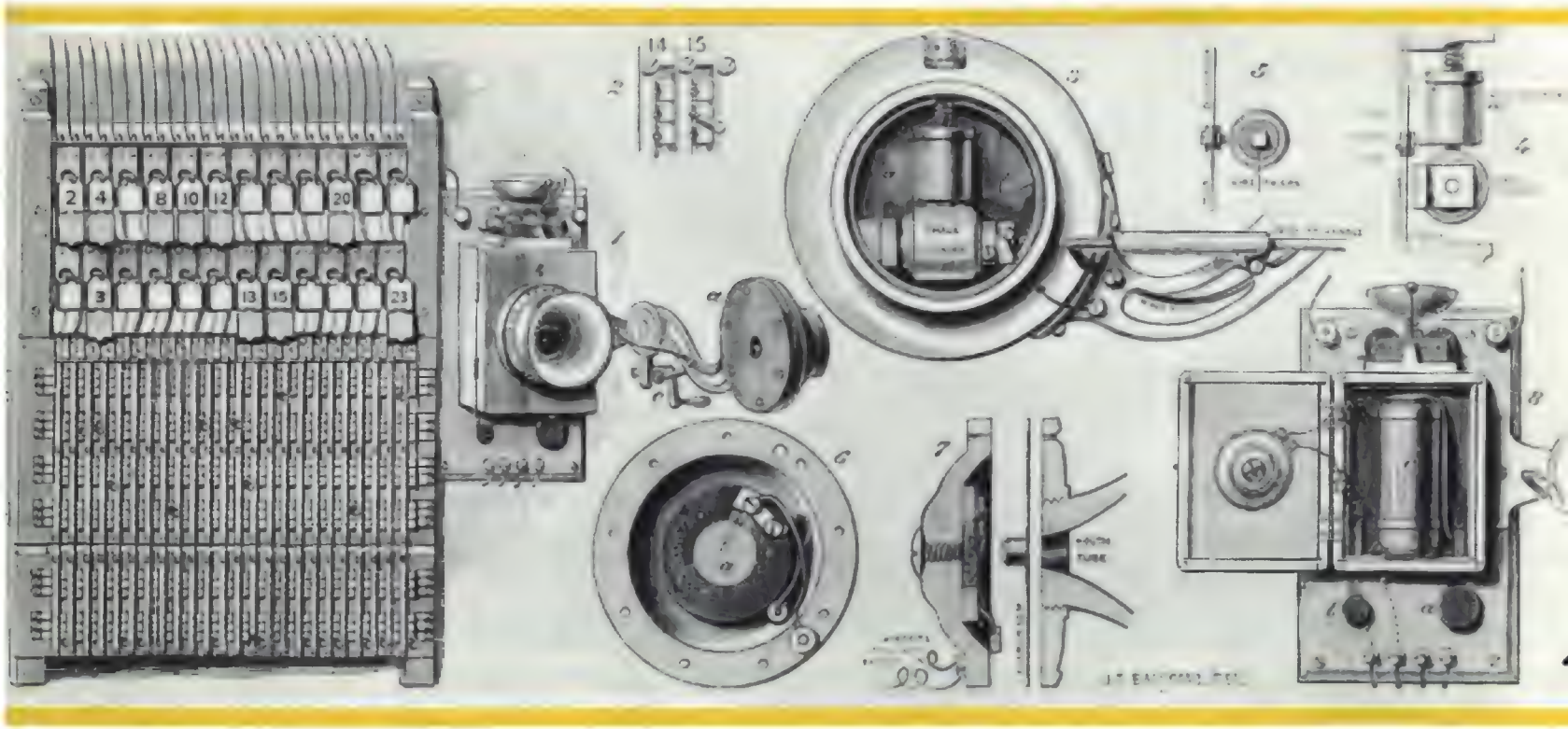
95 *Coupe d'un appareil téléphonique à prépaiement utilisé en Allemagne en 1898.*

96 *Le téléphone à haut-parleur d'Edison (1879).*
1. Tableau commutateur manuel et téléphone (a) *récepteur* (b) *transmetteur* (c) *manivelle permettant de faire tourner le cylindre de craie.*
2. Vue partielle du tableau commutateur (agrandissement). 3. Intérieur du récepteur (a) *membrane. 4. Un autre aspect du cylindre de craie.*
5. Enveloppe métallique et bouton de platine.
6. Vue partielle du transmetteur à charbon; (a) *charbon placé entre deux disques de métal. 7. Coupe du transmetteur, avec accessoires. 8. Vue du transmetteur ouvert.*

97 *Equipement de téléphonie automatique installé en 1898 dans les bureaux de l'Illinois Tunnel Company. Photographie prise en 1905.*



95



96

97

Bell, né en Ecosse, avait fait ses études à l'Université de Londres et à celle d'Edimbourg. A l'âge de 23 ans, il émigra au Canada avec son père et s'installa, deux ans plus tard, à Boston. Comme son grand-père et comme son père, le jeune Bell se consacrait à cette époque à l'éducation des sourds et il avait acquis des connaissances extrêmement étendues sur la physiologie de la parole et de l'ouïe. Nommé en 1873 professeur de physiologie vocale à l'Université de Boston, il se consacra néanmoins de plus en plus à des recherches sur les systèmes permettant de transmettre plusieurs télégrammes à la fois sur le même fil. Le duplex venait d'être inventé et Bell comptait sur le système à six tiges vibrantes qu'il avait imaginé pour perfectionner la télégraphie multiple et pour acquérir la célébrité et la richesse.

La petite histoire veut que, le 2 juin 1875 dans l'après-midi, l'une des tiges resta collée à son électro-aimant. Lorsque Bell, d'une pièce voisine, demanda à son fidèle assistant, Thomas A. Watson, de dégager la tige, il vit que la tige correspondante se mettait à vibrer et rendait un son de même fréquence. Au vu de ce simple phénomène, il se dit tout bonnement que si un son isolé pouvait être transmis électriquement, il devait en être de même pour des paroles compliquées, et même pour de la musique. Il tendit alors une baudruche circulaire sur un petit cylindre dans lequel on pouvait parler, et relia la membrane à une tige disposée au-dessus d'un électro-aimant. Après bien des mises au point, une phrase entière fut prononcée au téléphone: « M. Watson, veuillez venir dans mon bureau, je vous prie ». La date est à retenir: c'était le 10 mars 1876.

Ces dispositifs primitifs ne permettaient que des communications médiocres, mais ils connurent aux Etats-Unis des progrès très rapides. En 1876, Bell fit la démonstration de ses appareils à l'Exposition du centenaire de Philadelphie, en présence de l'Empereur du Brésil, Don Pedro de Alcantara, lequel manifesta l'intérêt le plus vif. Sir William Thomson, futur Lord Kelvin, qui faisait partie du jury de l'Exposition, écrivit à ce propos: « Nous pouvons être sûrs que M. Bell, quand il aura perfectionné son système et réalisé des appareils plus puissants, nous donnera le moyen de transmettre la voix humaine, par l'intermédiaire d'un fil électrique, à des centaines de kilomètres de distance ». La première étape fut franchie en 1877, à Boston, lors de l'installation d'une ligne téléphonique extérieure entre l'atelier d'un certain Charles Williams, où Watson construisait les premiers appareils téléphoniques, et la demeure de ce même Williams à Sommerville. Cette même année, pour la première fois, un bulletin d'informations fut communiqué par téléphone à un journal, le *Boston Globe*, exploit dans lequel on peut voir le début de l'utilisation publique du téléphone.

En 1878, au cours de son voyage de noces en Angleterre, Bell fut présenté à la Reine Victoria à Osborne (île de Wight) et lui fit la démonstration de son téléphone; des communications furent établies à cette occasion avec Cowes, Southampton et Londres. Bell consacra tous ses efforts à la diffusion de son invention; il donna de nombreuses confé-

98 *L'un des premiers récepteurs téléphoniques anglais, conçu par Dolbear en 1876-77.*

99 *Le premier appareil téléphonique fabriqué au Japon (1877).*

100 *L'un des premiers appareils téléphoniques, construit par Bramão en 1879 et utilisé au Portugal.*

101 *Téléphone de table à magnéto des inventeurs russes A. A. Stolpovskyi et A. Kanger (1886).*

102 *Appareil téléphonique français (Mildé, 1890).*

103 *Récepteur téléphonique de l'inventeur russe E. V. Kolbasev (1893).*

rences aux Etats-Unis, et présenta son système en public pour la première fois en Grande-Bretagne, pendant l'automne de 1877, lors de la réunion annuelle de la British Association à Plymouth. Il fut récompensé de sa peine par le rapide essor du téléphone aux Etats-Unis; en effet, le premier standard téléphonique commercial, desservant 21 postes, fut installé dès 1878 à New Haven (Connecticut).

En 1880 fut inaugurée la première ligne téléphonique; elle reliait Boston à Providence. On ouvrit ensuite les lignes Boston-New York en 1885, New York-Chicago en 1892, New York-Denver en 1911, et New York-San Francisco en 1915. Cette expansion est due en grande partie aux efforts de Théodore N. Vail, directeur général du Bell Telephone System depuis 1878. Cette compagnie, ainsi que l'American Telephone and Telegraph Company, qui exploitaient le réseau des lignes téléphoniques à grande distance, évoquent encore aujourd'hui deux noms parmi les plus prestigieux des télécommunications mondiales.

En Grande-Bretagne, les progrès du téléphone furent à l'origine grandement entravés par la loi sur les télégraphes de 1869, en vertu de laquelle le Post Office s'était acquis le monopole des communications télégraphiques; nous avons dit plus haut que c'est par cette nationalisation des télégraphes que la Grande-Bretagne avait pu devenir membre de l'Union télégraphique internationale. En 1880, la Haute Cour décréta que, pour l'application de la loi de 1869, le téléphone devait être assimilé au télégraphe; cette décision retarda grandement l'évolution des compagnies téléphoniques privées qui, plus tard, fusionnèrent sous le nom de United Telephone Company. Ce n'est que le 31 décembre 1911 que le Post Office racheta toutes les compagnies téléphoniques privées encore existantes.

En France, on peut retracer une évolution parallèle. La première démonstration, qui eut lieu à l'Exposition universelle de Paris en 1878, ne souleva que peu d'intérêt. Diverses compagnies privées furent autorisées par le Gouvernement français; en 1880, elles fusionnèrent en une seule, la Société Générale des Téléphones qui, neuf ans plus tard, fut entièrement reprise par l'Administration des télégraphes. Le Gouvernement suisse nationalisa le téléphone en 1886, le Gouvernement belge en 1896, et la plupart des gouvernements européens firent de même vers la fin du siècle.

Parmi les nombreux perfectionnements qui ont fait du téléphone l'instrument universel de nos communications privées ou de nos relations d'affaires, il en est deux dont il nous faut parler tout de suite. Le premier est dû à un entrepreneur malheureux, Almon B. Strowger, qui s'aperçut que, sciemment ou par inadvertance, les opératrices passaient souvent ses communications d'affaires à ses concurrents. Utilisant d'abord du matériel de fortune, il chercha à réaliser la commutation automatique des lignes téléphoniques. Son idée était de disposer en rangées sur la face interne d'un cylindre des contacts électriques reliés aux appareils des abonnés. Un bras fixé à une tige axiale pouvait se déplacer pas à pas dans deux sens, d'abord verticalement, puis horizontalement jusqu'à établir le contact voulu.

104 *Poste téléphonique à prépaiement (système Jentsch) utilisé en Autriche à partir de 1910.*

105 *Appareil téléphonique autrichien (Förderl) de 1911. En manœuvrant quatre leviers, on pouvait établir une communication automatique avec un autre abonné.*

106 *Téléphone de table fabriqué par Siemens & Halske et muni d'un cadran à disque mobile comportant 25 positions (1922).*

98

99

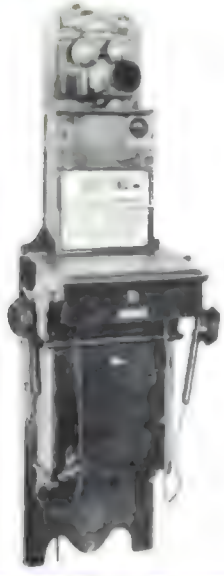
100

101

102

103

104



105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

107 *Premier téléphone utilisé à Londres, par le Post Office, en 1881.*

108 *L'un des premiers téléphones construits par l'Administration suédoise des Télégraphes en 1884.*

109 *L'un des premiers téléphones utilisés en Bulgarie. Le service téléphonique public a été ouvert à Sofia en 1886, mais sept années auparavant, soit en 1879, il existait déjà une ligne privée reliant la ville de Plovdiv (Philippopoli) à la Chancellerie du gouverneur général, à Sofia.*

110 *Téléphone automatique de table utilisé en Allemagne lors de l'établissement du premier service de téléphonie automatique (Hildesheim, 1908).*

Strowger travailla sur cette idée de 1889 à 1896. D'importantes améliorations y furent apportées au cours des années suivantes, mais, quoi qu'il en soit, le système «pas à pas» qui est à la base des centraux Strowger permit l'avènement du téléphone « automatique et sans problème » que connaissent aujourd'hui des millions d'abonnés.

La seconde invention de tout premier plan dans la technique du téléphone est due à Michael Idvorsky Pupin (1858-1935), professeur de physique mathématique à l'Université de Colombia. Les bobines qui portent son nom sont à l'origine des câbles téléphoniques à grande distance. On savait, dès la fin du siècle dernier, que l'on peut diminuer l'affaiblissement des longs circuits téléphoniques en augmentant artificiellement leur inductance. Nombreux furent ceux qui proposèrent à cet effet d'insérer des bobines dans les circuits téléphoniques, mais tous leurs essais s'étaient traduits par des échecs. Il appartint à Pupin de montrer que, placées à des intervalles réguliers d'environ 1 km, les bobines qu'il avait inventées, dites bobines de charge ou bobines Pupin, pouvaient accroître notablement l'inductance des circuits, et, partant, réduire l'affaiblissement que subissent les courants téléphoniques. Pupin breveta son invention en 1900.

En décrivant cette invention devant l'American Institute of Electrical Engineers, Pupin rendit généreusement hommage à Heaviside: «Oliver Heaviside, dit-il, aux profondes recherches de qui nous devons l'essentiel de la théorie mathématique de la propagation des ondes radioélectriques, a été l'initiateur et le plus ardent avocat de la charge des conducteurs téléphoniques. Il ne semble pas que ses conseils aient été suivis autant qu'ils le méritaient, en tout cas pas dans son propre pays».

Au cours des années suivantes, le réseau des câbles téléphoniques s'étendit sur des distances de plus en plus longues. Cette extension fut plus rapide aux Etats-Unis qu'en Europe; toutefois, par exemple, la France comptait en 1927 quelque 1 500 kilomètres de câbles téléphoniques, l'Allemagne 7 400, la Grande-Bretagne 9 600 et la Suisse environ 1 600. C'est le 7 janvier 1927 que fut ouverte la première liaison transatlantique par radiotéléphonie; de puissantes stations d'émission étaient installées à Rocky Point (Long Island) et à Rugby (Angleterre), les stations de réception correspondantes étant situées à Cupar (Ecosse) et à Houlton (Maine). Le succès remporté constitue un splendide exemple de coopération internationale entre une organisation privée, l'American Telephone and Telegraph Company et l'Administration des Postes britanniques.

Pour poser des câbles téléphoniques à travers l'Atlantique, il fallut attendre que l'on sût réaliser des répéteurs d'un fonctionnement sûr, pouvant rester au fond de l'océan pendant une vingtaine d'années sans entretien, ce qui exigea de longues recherches. Il n'est donc pas surprenant que le premier câble téléphonique sous-marin entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne (TAT—1) n'ait été posé qu'en 1956. Un second câble, (TAT—2) propriété commune de l'A.T.T., de la France et de l'Allemagne, fut posé 3 ans après, suivi de CANTAT, reliant la Grande-

111 *Appareil téléphonique français (Pasquet, 1908).*

112 *Appareil téléphonique anglais à magnéto de 1910 (modèle Ericsson, 1894).*

113 *Appareil téléphonique français (1924), muni de l'un des premiers systèmes de numérotation.*

114 *L'un des premiers téléphones automatiques à support, construit en 1924 par le British Post Office.*

115 *Appareil téléphonique français de type courant (1948).*

Bretagne et le Canada, et, enfin, en 1963, de TAT—3. Ce dernier est un câble léger au polythène dont l'âme est capable de résister aux efforts qu'il doit subir. Des amplificateurs y sont insérés tous les 37 km et 128 conversations téléphoniques peuvent y être transmises simultanément, dont chacune occupe une largeur de bande de 3 000 hertz. En 1960, on a enregistré plus de 3 millions de conversations téléphoniques transatlantiques, soit deux fois plus qu'en 1950. Un autre câble, le COMPAC, immergé au fond du Pacifique, a été ouvert au service public en décembre 1963; il repose sur une technique des télécommunications absolument nouvelle.

En juillet 1962, Telstar, au cours de ses premières journées de révolution autour du globe, a permis d'établir des communications téléphoniques entre 23 villes européennes et 23 villes américaines à raison de 80 conversations simultanées. Un siècle après que Reis eut réussi pour la première fois à transmettre électriquement un son musical, le monde ne cesse de réclamer davantage de facilités pour des communications téléphoniques internationales. Il est probable que l'on saura satisfaire à ces besoins, pour les années à venir, en posant encore des câbles souterrains et sous-marins, en installant de nouveaux faisceaux hertziens et en lançant des satellites de la Terre, soit sur une orbite rapprochée, soit sur l'orbite, dite «synchrone», à 42 000 km du centre de la Terre.

116 L'un des plus récents modèles d'appareils téléphoniques à boutons-poussoirs, construit en 1962 par les Bell Telephone Laboratories.

117 A Nynäshamn (Suède), on procède actuellement à des essais, sur une grande échelle, d'appareils téléphoniques à boutons-poussoirs. Le nombre des abonnés atteint 3 000.

Le Règlement téléphonique

C'est seulement en 1885, à la Conférence administrative de Berlin, que l'Union télégraphique internationale entendit parler officiellement du téléphone pour la première fois. Celui-ci faisait figure de concurrent indésirable du télégraphe et n'était considéré que comme un «moyen complémentaire». C'est également en 1885 que le Bureau de Berne publia ses premières statistiques relatives au téléphone, et certaines d'entre elles offrent encore quelque intérêt aujourd'hui.

L'Union télégraphique groupait alors 50 membres, réunissant les pays d'Europe, d'Afrique du Sud, d'Australie, du Brésil, des Indes, du Japon, de Nouvelle-Zélande, de Russie et de Turquie. Ces pays, qui ne comptaient en tout que 1 168 centraux téléphoniques et 68 845 abonnés échangeaient toutefois, dans leur ensemble, plus de 92 millions de communications locales et plus de 5 millions de conversations interurbaines. En 1885, la longueur des lignes urbaines était de 306 632 km, mais les lignes interurbaines ne totalisaient que 304 km!

La téléphonie internationale a évolué d'une façon très différente de la télégraphie internationale. Le téléphone ne se développa que longtemps après le télégraphe, alors que le public s'était habitué à considérer ce dernier comme le moyen de communication rapide par excellence. Sur le plan local, aucune barrière linguistique n'entravant les communications, le téléphone offrait des possibilités de rapports personnels qu'accrut encore l'invention rapide de l'automatique, mais les lignes interurbaines ne fonctionnèrent véritablement de façon efficace qu'au début du 20e siècle, lorsque se généralisa l'utilisation des bobines de charge de Pupin.

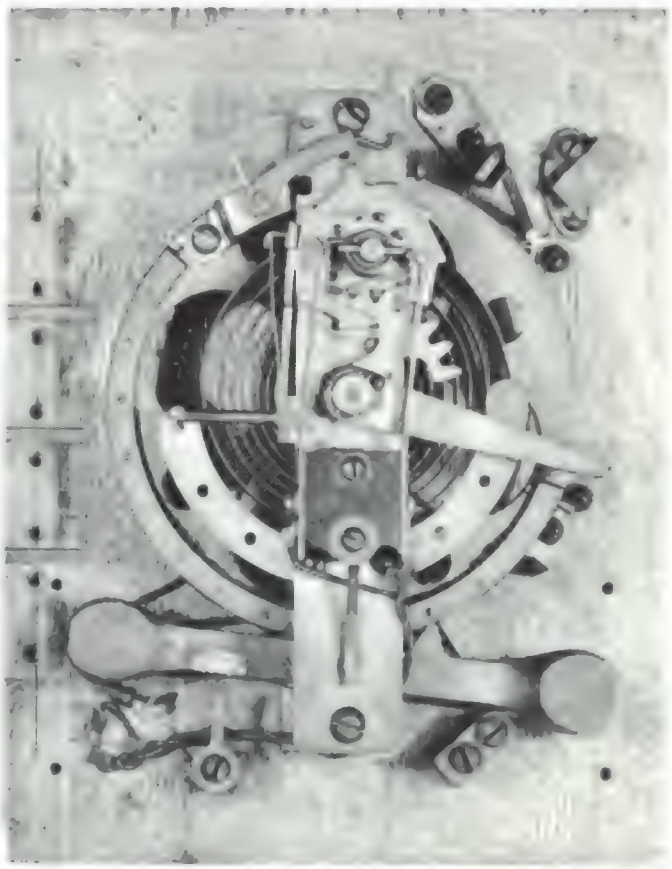
En outre, dans certains pays, les progrès du téléphone étaient entravés par l'attitude des administrations des télégraphes qui avaient investi des sommes importantes dans leurs réseaux télégraphiques nationaux. Ainsi, par exemple, le Gouvernement britannique qui avait sacrifié plus de dix millions de livres pour s'assurer le contrôle des compagnies télégraphiques privées faisait naturellement tout son possible pour étendre ce marché. Le téléphone, du fait des communications instantanées et de l'échange d'informations qu'il permettait, se présentait donc comme un concurrent redouté. Le dernier obstacle à une téléphonie véritablement internationale, à savoir la liaison des continents, ne fut surmonté qu'en 1927, à l'ouverture du circuit radiotéléphonique entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne.

Aux Etats-Unis, les progrès du téléphone furent plus rapides. Mais, en 1885, ce pays n'était pas membre de l'Union et, seuls les représentants des compagnies privées américaines participaient aux conférences en qualité d'observateurs. C'est en 1885 que l'American Telephone and Telegraph Company fut organisée aux fins d'améliorer les liaisons téléphoniques à grande distance du Bell System. En 1902, à la suite de cette réorganisation interne, on dénombrait pour l'ensemble des Etats-Unis plus de 2,4 millions de kilomètres de fils téléphoniques et un million de téléphones en service rattachés à toutes les compagnies de cette époque, dont le Bell System.

118

119

120

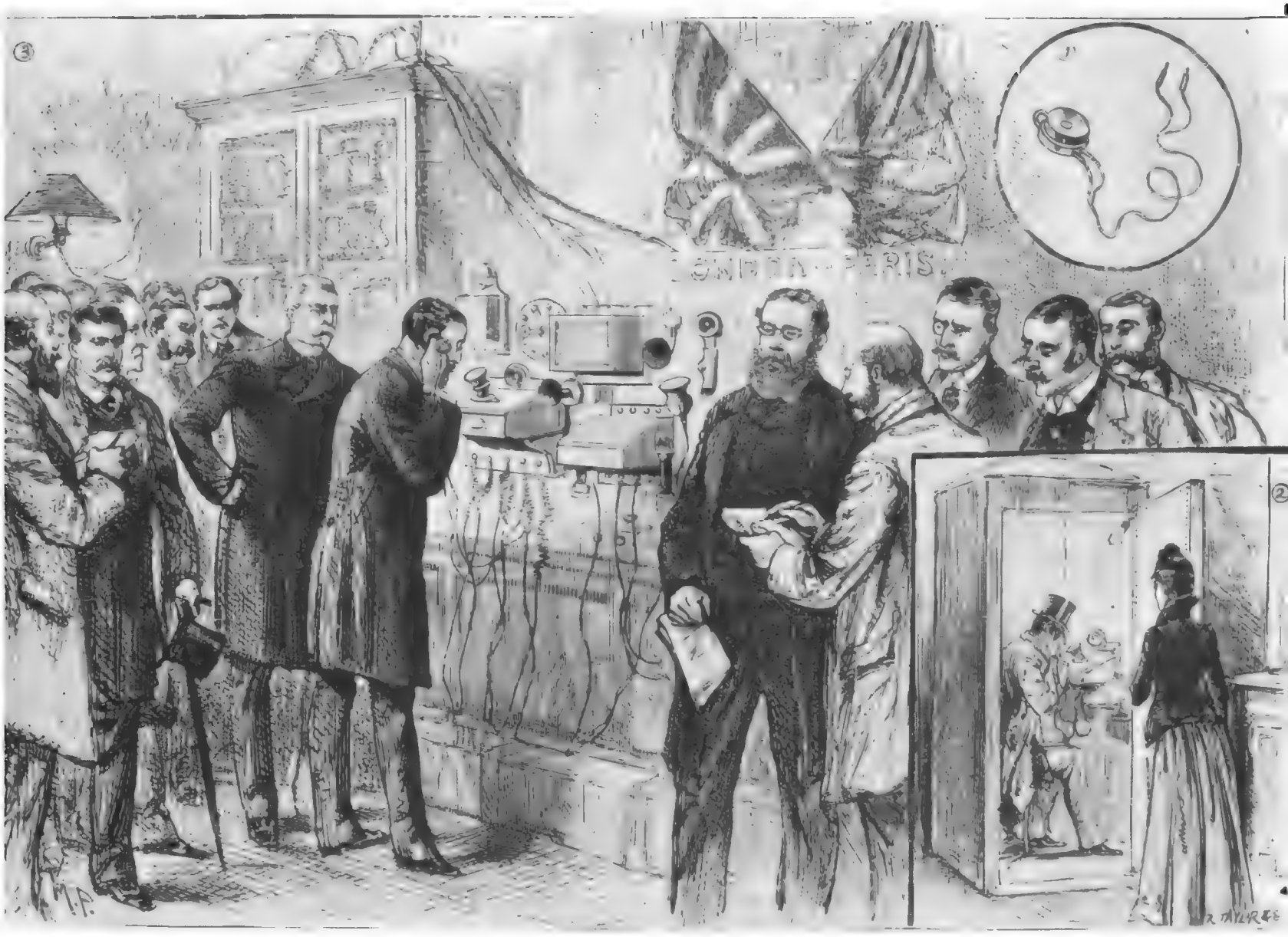


118 *Réplique du modèle original qui était à la base du brevet de A. B. Strowger. Cet appareil ne comporte qu'une rangée de contacts, tandis que les dessins figurant dans le brevet en montrent dix.*

119-120 *L'un des plus anciens cadrans téléphoniques (1896).*

121 *En 1892, on se souhaite la bonne année par téléphone...*

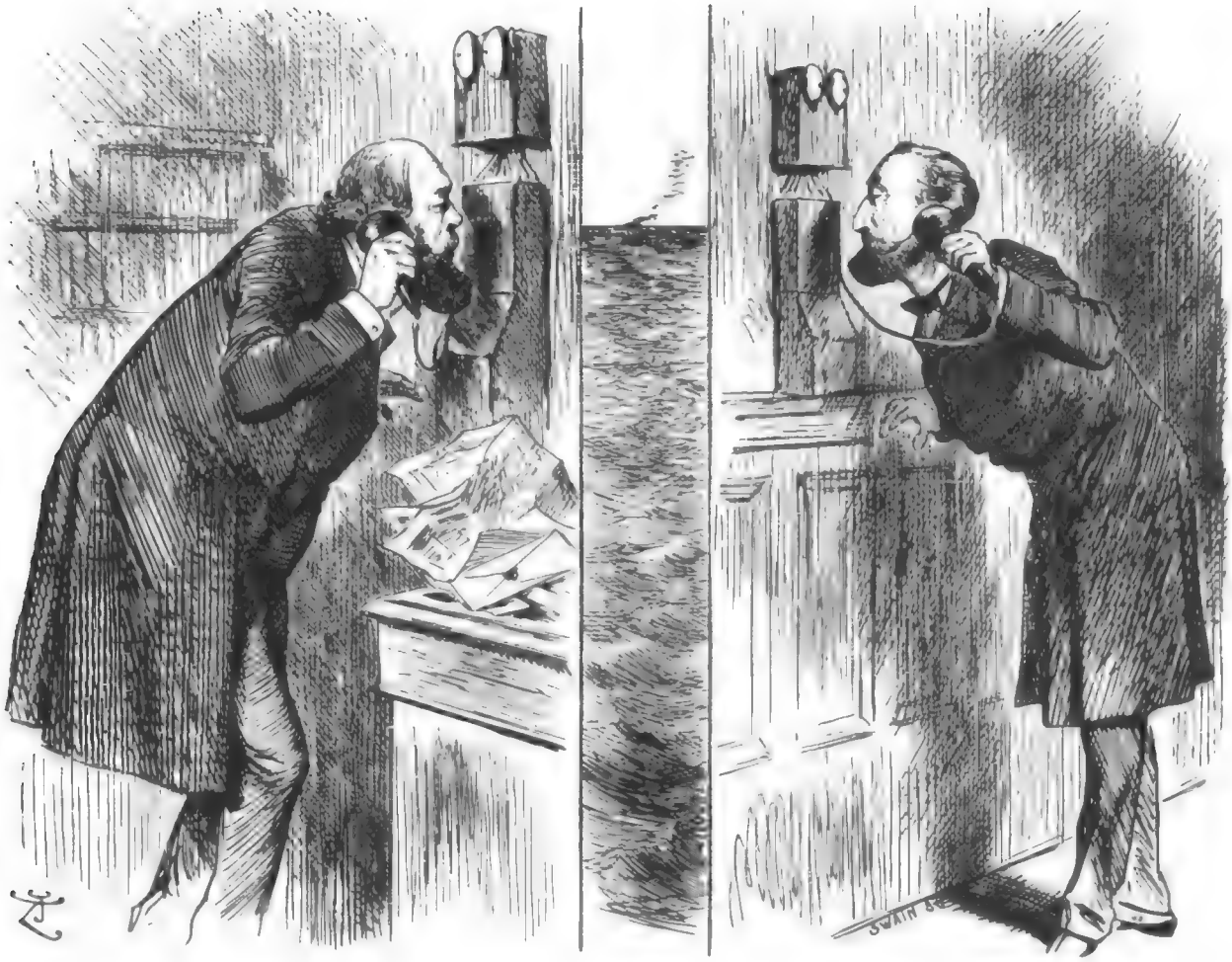
121



122

122 *Cérémonie d'inauguration, au General Post Office de Londres, du service téléphonique entre Londres et Paris, en 1891. En haut et à droite, l'écouteur qui servait à vérifier la qualité de la liaison; en bas et à droite, une cabine « insonorisée » de l'époque.*

123 *Commentaires de* Punch *sur l'ouverture du service téléphonique entre Paris et Londres (1891).*



PRIVATE AND CONFIDENTIAL.

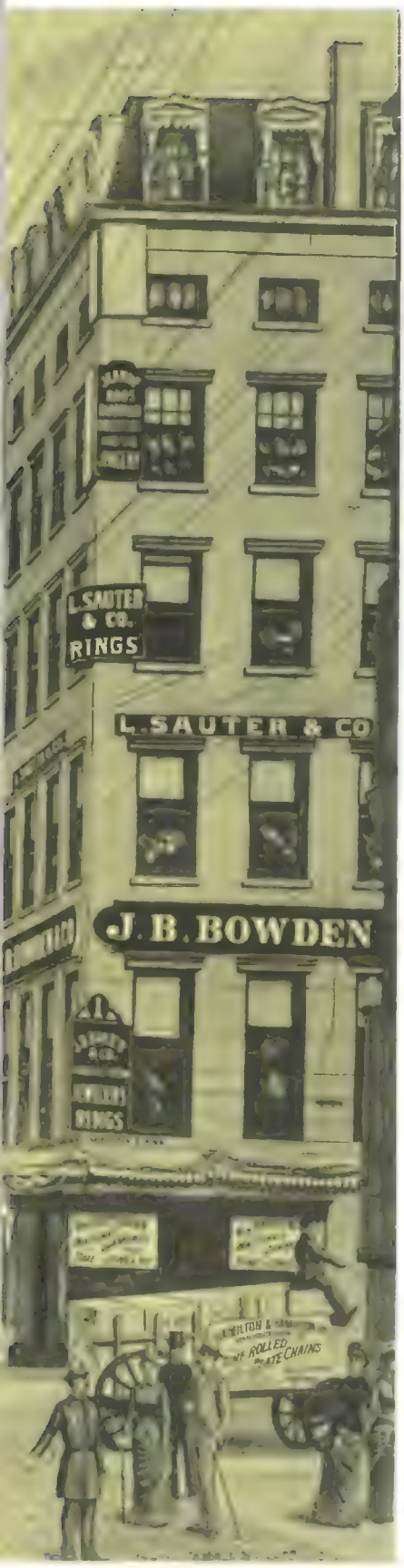
LORD SALISBURY. "HALLO!" M. LE PRÉSIDENT. "HALLO!" LORD SALISBURY. "YOU THERE?" M. LE PRÉSIDENT. "ALL THERE!"
LORD SALISBURY. "CAN YOU SUGGEST AN *ENTRÉE* FOR DINNER?"
M. LE PRÉSIDENT. "*HOMARD AU GRATIN*,—AND, BY THE WAY, HOW ABOUT NEWFOUNDLAND AND LOBSTER QUESTION?"
LORD SALISBURY. "NOT BY TELEPHONE, THANK YOU!!!" [*Telephone between London and Paris opened, Monday, March 23rd.*

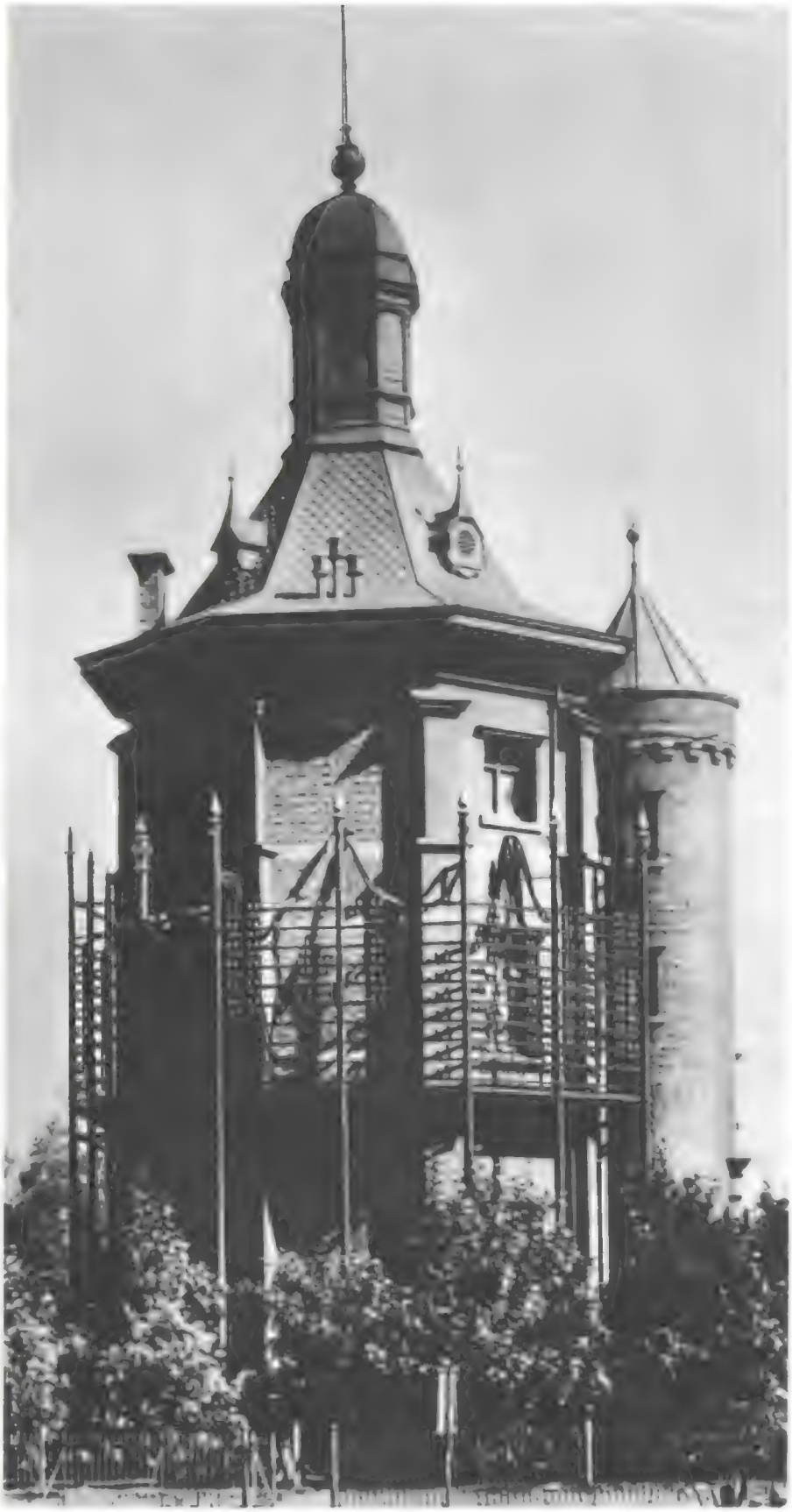
123

124 *Broadway vers 1890. A gauche, au numéro 195, se trouve le siège de la Western Union. On y voit encore des poteaux et d'innombrables fils télégraphiques et téléphoniques — qui, plus tard, furent remplacés par des câbles souterrains.*

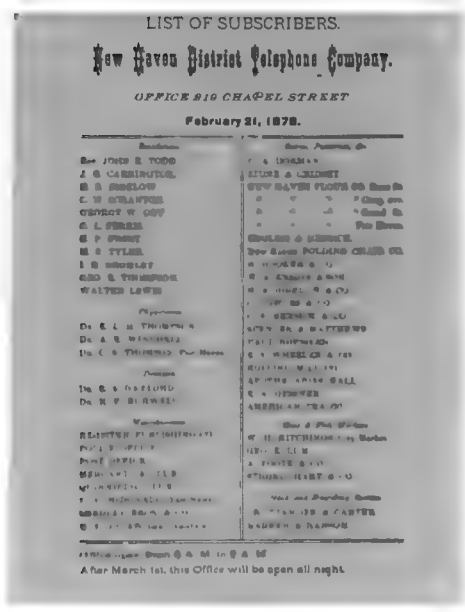
125 *Une des premières « tours » téléphoniques, comme on pouvait en voir à Johannesbourg entre 1894 et 1907.*

WESTERN UNION TELEGRAPH
MUTUAL
CASH SURRENDER VALUES
179
TRAVELERS INS CO.
203 B'WAY
SAFE CO
CROUCH





124 *125*


LIST OF SUBSCRIBERS.

New Haven District Telephone Company.

OFFICE 219 CHAPEL STREET

February 21, 1878.

After March 1st, this Office will be open all night.

126

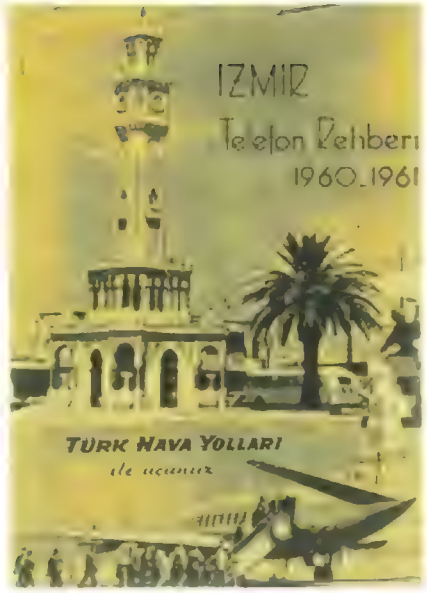
A la Conférence de Berlin de 1885, la question d'un règlement téléphonique international donna lieu à quelques débats, mais la plupart des délégués estimèrent que cela serait prématuré et que la réglementation devait se traiter par accords bilatéraux. Toutefois, cinq petits paragraphes furent ajoutés au Règlement télégraphique, laissant pratiquement toute latitude dans ce domaine; la seule disposition présentant de l'intérêt est celle qui fixait une durée maximum de cinq minutes pour chaque conversation et une unité de taxe unique. En 1896, comme les lignes étaient déjà surchargées, la Conférence de Budapest abaissa cette durée à trois minutes, et l'on n'a jamais modifié ce chiffre depuis lors.

C'est seulement à la Conférence de Londres, en 1903, qu'une série de 15 articles concernant la téléphonie internationale furent introduits dans le Règlement télégraphique. Il y était question du réseau téléphonique international, des services offerts au public, de la normalisation des règles administratives, de la détermination des taxes et de la comptabilité internationale. Ces clauses ne subirent pratiquement aucune modification, sinon de détail, jusqu'à la Conférence de Paris en 1925.

A la même époque, la création du Comité consultatif téléphonique répondait à la nécessité d'étudier de façon détaillée les nombreuses normes techniques différentes qui s'étaient répandues en Europe. Cette mesure jetait ainsi les bases d'un nouveau Règlement téléphonique, qui fit l'objet de discussions et d'un accord lors de la Conférence suivante de l'Union télégraphique, celle de Madrid en 1932. C'est alors que l'on eut pour la première fois un Règlement téléphonique indépendant du Règlement télégraphique, mais son application était limitée au régime européen. Comme le montre la liste des signataires, l'Europe signifiait dans ce cas précis « le monde entier à l'exception des deux Amériques ». On comprend mal aujourd'hui la répugnance des Etats-Unis à se joindre aux autres pays, surtout lorsqu'on songe que l'établissement de la liaison radiotéléphonique Europe – Etats-Unis avait été couronné de succès dès le début. En effet, deux ans après son inauguration (1927), cette liaison fonctionnait 24 heures sur 24 et le nombre des conversations transatlantiques sextupla entre 1927 et 1931. La crise économique temporaire qui se fit sentir au cours des années suivantes se traduisit néanmoins par un léger ralentissement de cette expansion.

Le Règlement téléphonique de Madrid (1932) laissait encore une grande latitude aux administrations, tout particulièrement du fait qu'il ne fixait aucune taxe téléphonique internationale. Il stipulait qu'il y aurait des taxes terminales et des taxes de transit, et que le franc-or serait l'unité de paiement, mais rien de plus. Aussi n'est-il pas surprenant que ce Règlement ait dû faire l'objet de discussions approfondies à la Conférence administrative que l'U.I.T. tint à Paris en 1949. A cette date, les cinq continents étaient reliés par quelque 70 circuits radiotéléphoniques, et on pouvait penser, non sans quelque raison, que le temps était enfin venu d'établir un Règlement téléphonique qui ne fût pas seulement applicable à l'Europe mais à tous les circuits du monde entier. Néanmoins, les faits infirmèrent cet

127



128

espoir. Les Etats-Unis, à nouveau, s'opposèrent à cette démarche, bien qu'ils fussent devenus membre de l'Union en 1932, en signant la Convention de Madrid. Ils ne signèrent le Règlement télégraphique qu'à la Conférence de Paris de 1949, tout en faisant maintes réserves, et encore aujourd'hui le Règlement téléphonique en vigueur ne porte ni la signature du Canada ni celle des Etats-Unis.

Cette opposition opiniâtre des Etats-Unis, qui, selon les estimations, comptent à eux seuls plus de la moitié de tous les postes téléphoniques du monde, fut nettement exprimée à la Conférence de Paris par les délégués américains. « Cette réglementation — déclarèrent-ils — pourrait bien entraîner une rigidité capable de freiner les progrès du service téléphonique international ». Des améliorations secondaires furent apportées à la suite de cette intervention, et la coordination du service téléphonique international demeura l'une des tâches principales du Comité consultatif télégraphique et téléphonique.

Nous terminerons ce chapitre en signalant quelques points intéressants du Règlement téléphonique actuellement en vigueur parmi ses signataires. A défaut d'un accord particulier, c'est le français qui doit être utilisé par les opératrices pour établir les communications entre pays de langue différente. L'article 20 traite de l'ordre de priorité des conversations téléphoniques et stipule que les administrations doivent accorder, si possible, aux communications internationales la priorité sur les communications nationales similaires. En second lieu, les administrations et les exploitations privées peuvent admettre trois catégories de conversations, à savoir: les conversations éclairs, frappées d'une taxe triple, les conversations urgentes, frappées d'une taxe double, et les conversations ordinaires.

La priorité absolue sur toutes les autres conversations téléphoniques doit être, bien entendu, accordée à tout moment ou en tout lieu où une vie humaine se trouve en péril, en mer, sur terre ou dans les airs. Ensuite, après les communications prioritaires des Nations Unies, équivalant dans le domaine téléphonique aux télégrammes de même dénomination, viennent les conversations de service éclairs ayant pour objet le rétablissement des liaisons téléphoniques internationales qui ont été totalement interrompues; puis, dans l'ordre: les conversations d'Etat éclairs, les conversations privées éclairs, les conversations d'Etat urgentes, les conversations de service urgentes, les conversations privées urgentes, enfin, les conversations d'Etat ordinaires avec priorité, les conversations d'Etat ordinaires sans priorité, les conversations privées ordinaires et les conversations de service ordinaires. En cas de nombreuses conversations prioritaires, la durée d'une conversation privée peut être limitée à douze ou même à six minutes mais, en règle générale, ces conversations ne sont soumises à aucune restriction de durée.

La location de circuits téléphoniques internationaux est chose faisable, mais, bien entendu, les communications échangées doivent concerner exclusivement les affaires personnelles du locataire et les circuits loués ne peuvent être mis à la disposition du public. Les circuits téléphoniques internationaux peuvent également être utilisés pour des

126 *Fac-similé du premier annuaire téléphonique qui ait jamais paru, celui de New Haven (Connecticut), en date du 21 février 1878.*

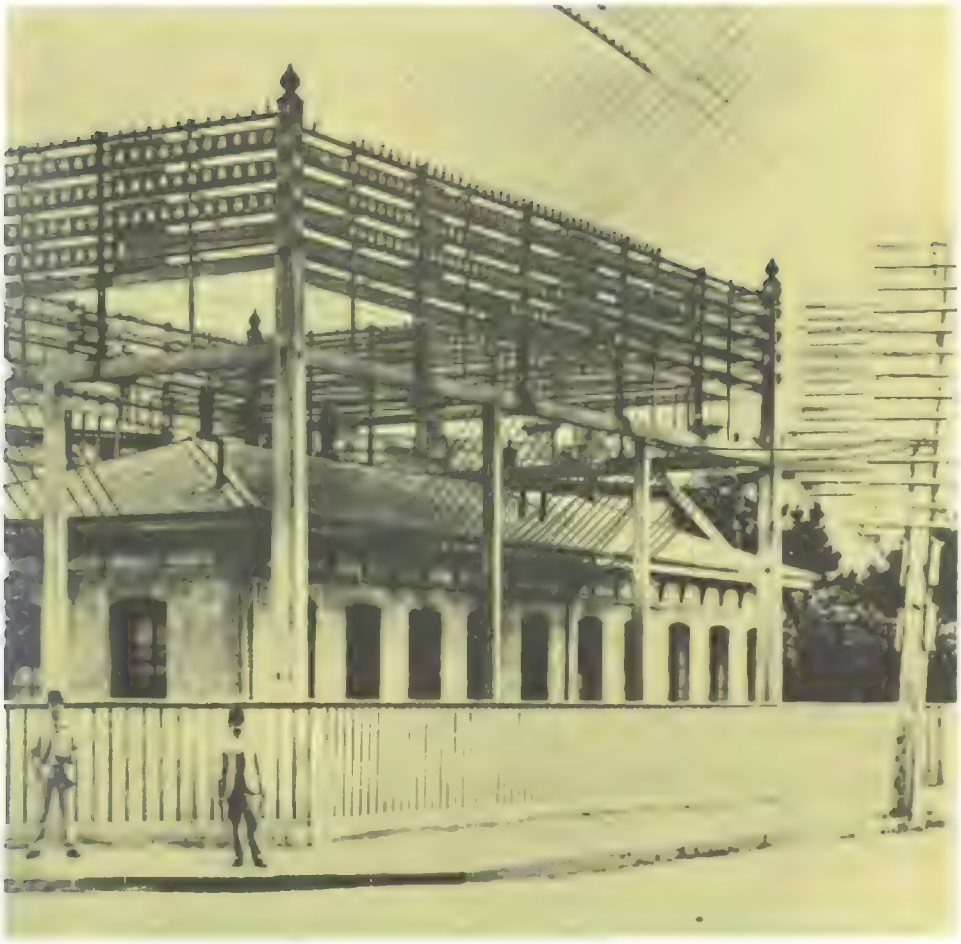
127-128 *La téléphonie est devenue mondiale; des milliers de villes ont aujourd'hui leur annuaire. A gauche, celui de Sarajevo (Yougoslavie), à droite celui d'Izmir (Turquie).*

129 *Central téléphonique de Hambourg (1895).*

130 *Un central téléphonique à Wellington (Nouvelle-Zélande) en 1888. Cette distribution des câbles téléphoniques aériens était chose courante à l'époque.*

131 *Un standard téléphonique rural, courant aux Pays-Bas vers 1930. Tous les tableaux de ce genre ont été remplacés par des centraux automatiques.*

129



130

131

132 *Le premier central téléphonique de Londres (1883).*

133 *Central téléphonique de Tokio (1890).*

134 *L'un des centraux téléphoniques les plus modernes d'Europe a été récemment installé au siège londonien de la Shell. Il dessert 4 500 lignes et ne comprend aucun dicorde.*

132

133

134

135

transmissions radiophoniques, télévisuelles ou phototélégraphiques, mais il est sage de louer ces circuits à l'avance! Pour ce qui concerne la taxation, l'unité de temps utilisée est encore aujourd'hui de 3 minutes, telle qu'elle a été fixée pour la première fois à Budapest en 1896, et le franc-or est encore admis comme monnaie internationale pour toutes les opérations comptables.

La téléphonie internationale est toutefois soumise à une restriction qui procède de son caractère instantané et d'un fait physique qu'aucun Règlement international ne saurait modifier: du fait de la différence des heures entre les diverses parties du monde, les moments pendant lesquels on peut échanger des conversations téléphoniques commerciales entre certaines villes se trouvent parfois bien réduits. Par exemple, les heures ouvrables (de 9 h à 18 h) ne se recouvrent que pendant une heure à San Francisco et à Hong Kong et les journées de travail à New York et à Tokio, ou à Chicago et à Calcutta, n'ont aucun intervalle commun. Et il n'y a rien à faire à cela, sinon peut-être de travailler la nuit et non plus le jour !

135 *Autocommutateur Socotel, installé à St-Vallier (France).*

IIe Partie — La radio

(de 1888 à 1947)

Les inventeurs de la télégraphie sans fil

Il y a peut-être là quelque ironie, mais toutes les techniques dérivées du télégraphe sont venues le concurrencer et menacer l'invention même dont elles étaient issues. On retrouve, dans le domaine des communications, la loi de la sélection naturelle: c'est le mieux adapté qui subsiste, et chaque fois la pierre de touche est de savoir en quoi une nouvelle invention permettra de perfectionner un service ou de le remplacer par un autre qui lui soit supérieur; que promet-elle de plus efficace ou de plus économique, et de quels nouveaux progrès détient-elle le secret? La « télégraphie sans fil » a franchi sans difficulté cette épreuve; moins de dix ans après la transmission des premiers messages, elle était fermement établie dans un domaine entièrement nouveau, celui des communications avec les navires en mer.

Mais le rythme du progrès s'était accéléré. La véritable révolution causée par l'avènement de la radio laisse loin derrière elle le paisible développement du télégraphe, que nous venons de retracer, comme celui, un peu plus rapide, du téléphone. Pouvoir se passer de câbles terrestres ou sous-marins d'un prix élevé, cela n'est qu'une première raison; transmettre instantanément de la musique, des images et de la couleur ne constitue encore qu'un deuxième aspect; embrasser le globe aisément et sans trop de frais en est un autre; ce qui compte maintenant, c'est que la radio règne dans nos foyers pour nous distraire, nous instruire et nous ouvrir les portes du monde extérieur.

A mesure que s'écoulent les années du siècle où nous vivons, les révolutions se succèdent dans le monde de la radio. Chacune des nouvelles inventions, chaque nouveau service doit à son tour subir l'épreuve décisive: il leur faut suivre le rythme du progrès et s'adapter rapidement aux techniques qui voient le jour, sinon ils sont voués à disparaître dans l'oubli. Tel devait être le sort des émetteurs à étincelles, des cohéreurs, des alternateurs et de tant d'autres appareils qui ont servi un temps, puis sont tombés en désuétude.

Que personne n'aille penser que le rythme du progrès se ralentit. Bien au contraire, avec les transistors venus remplacer les lampes, avec les satellites qui ouvrent des voies de communication de plus grande capacité, avec les calculatrices électroniques qui évitent à l'homme des travaux fastidieux, les révolutions futures dans le domaine de l'électronique et des communications seront encore plus profondes que celles auxquelles nous avons déjà assisté. On disait souvent autrefois que la science était « en marche »; aujourd'hui, elle vole à tire-d'aile et rien ne peut mieux illustrer cette évolution que l'avènement de la radio et les conséquences qui en résultèrent sur le plan international. Seuls, ceux qui peuvent y reconnaître le caractère exponentiel du progrès scientifique et qui savent s'y adapter seront dans le vrai et apprendront ainsi que l'évolution est le seul facteur immuable de toutes les activités humaines et, en particulier, des communications.

On raconte que, dans les dernières années du siècle passé, un haut fonctionnaire du Bureau des brevets de Washington avait fini, bien à contre-cœur, par venir à cette conclusion que tout ce qui devait être inventé l'avait été.

136

137

136 *Miroirs paraboliques et générateurs d'ondes électromagnétiques utilisés par Heinrich Hertz, de 1886 à 1888.*

137 *Les lignes de flux autour d'un dipôle oscillant, d'après les documents originaux de Heinrich Hertz.*

Il rédigea un mémoire explicatif recommandant de fermer le Bureau et d'accepter sa démission. Or, la décennie qui s'est écoulée entre 1895 et 1905 fut sans doute plus riche que bien d'autres en découvertes de toute nature.

Le 28 décembre 1895, au Grand Café, sur le boulevard des Capucines, à Paris, les frères Lumière projetaient le premier film cinématographique; le premier soir, peu de monde s'était dérangé pour regarder sur l'écran un train qui entrait en gare et un jardinier qui se faisait doucher par sa lance d'arrosage. C'était pourtant là les débuts du cinéma.

A Würzburg, un professeur de physique publiait en 1895 un article modestement intitulé *Über eine neue Art von Strahlen*. Il s'appelait W. C. Roentgen et ses *Strahlen* étaient les rayons X. Antoine Henri Becquerel, professeur de physique à l'Ecole Polytechnique de Paris, découvrait en 1896 que l'uranium émet des rayons d'une nature différente et c'est ainsi que naquit une science entièrement nouvelle. Le prix Nobel de physique lui fut décerné en 1903, en même temps qu'à Pierre et Marie Curie, pour la découverte de la radioactivité naturelle.

Entre 1897 et 1899, un médecin anglais, Sir Ronald Ross, montra que le plasmodium, qui est à l'origine du paludisme, demeurait pendant une partie de sa vie chez le moustique femelle; il a ainsi préparé la voie à la prévention et au traitement de cette maladie; lui aussi a reçu le prix Nobel en 1902.

De l'autre côté de l'Atlantique, en Caroline du Nord, Orville Wright s'installait aux commandes de son *Flyer*, le 17 décembre 1903, à 10 h 35; il tint l'air pendant 12 secondes et couvrit une distance de 40 mètres. Cinq personnes étaient venues à Kitty Hawk assister à l'envol; pendant plusieurs années le public ne témoigna que très peu d'intérêt pour l'aviation. Deux ans plus tôt presque jour pour jour, un autre événement mémorable avait eu lieu dans les locaux désaffectés du Barracks Hospital de St. Johns, à Terre-Neuve. A 12 h 30, le 12 décembre 1901, Marconi et son assistant, George S. Kemp, entendirent les trois points de la lettre *S* en Morse; le signal avait traversé l'océan Atlantique par télégraphie sans fil depuis Poldhu, en Cornouailles. Cette décennie ne fut-elle pas le temps des miracles?

« Les liaisons par radio avec les navires en mer sont sûrement l'un des plus grands bienfaits conférés à l'humanité, grâce à une recherche patiente, opiniâtre et bien souvent décourageante des lois de la Nature, recherche effectuée, tout au moins en ces premiers temps, par des étudiants qu'animait seul l'amour de la science. » Tels furent, en avril 1912, les commentaires du *Times* après le naufrage du *Titanic*. Nous ne saurions suivre l'évolution de la radio si nous ne commencions pas par examiner ce que demande la recherche fondamentale.

Peut-être faut-il remonter à Joseph Henry (1797-1878), ce physicien américain qui découvrit en 1842 que les décharges électriques sont oscillantes. Puis, un immense pas en avant fut fait grâce à James Clerk Maxwell (1831-1879), physicien écossais qui fut l'un des plus grands génies mathématiques du 19e siècle. Son traité d'*Electricité et*

138

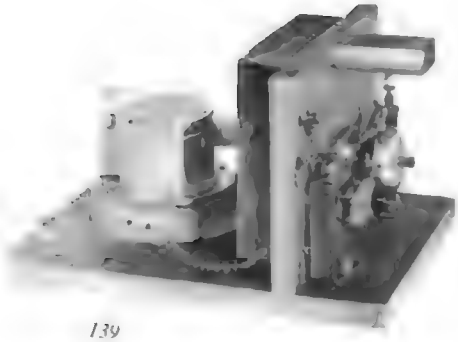
de Magnétisme fit d'abord l'objet d'une communication à la Royal Society en 1864 et fut publié dans sa version complète neuf ans plus tard. On a dit que c'était: « l'un des plus splendides monuments jamais édifiés par le génie d'un seul individu ». Par un raisonnement de mathématique pure, Maxwell montra que tous les phénomènes électriques et magnétiques pouvaient se ramener à des tensions et à des déplacements dans un milieu qu'il désignait du nom d'éther. Nous savons aujourd'hui que cet « impondérable milieu électrique » n'existe pas en réalité, pas plus que l'équateur du géographe ni l'homme moyen du statisticien. Cependant, le concept d'éther fut d'un grand secours et permit à Maxwell d'avancer sa théorie selon laquelle la vitesse de propagation des ondes électriques dans l'air doit être égale à celle des ondes lumineuses, puisqu'il s'agit d'ondes de même nature, qui ne diffèrent que par leur longueur. Nous savons aujourd'hui que c'est là une vérité élémentaire, mais c'est à Maxwell que revient l'honneur de nous l'avoir démontré pour la première fois par la mathématique pure.

En 1857, Feddersen constatait que la décharge d'un condensateur à travers un conducteur engendre un train d'oscillations qui donne lieu à des phénomènes intermittents d'étincelles. Vingt et un ans plus tard, David Edward Hughes (1831-1900), physicien anglo-américain, fit une autre découverte importante dans la préhistoire de la radio et de ses éléments essentiels; il s'aperçut que, dans un circuit composé d'une batterie et d'un combiné téléphonique (inventé en 1876 par Bell) un contact imparfait provoquait dans le récepteur des sons correspondant à ceux qui étaient venus frapper le diaphragme de l'embouchure. Le « microphone » Hughes consistait en un crayon de charbon de cornue reposant sur les rainures de deux blocs également en charbon; nombre des premiers microphones au charbon utilisés pour le téléphone et pour la radio ont été mis au point à partir de ce modèle. En 1883, un physicien irlandais, George Francis Fitzgerald (1851-1901), proposait une méthode permettant de produire des ondes électromagnétiques par la décharge d'un condensateur.

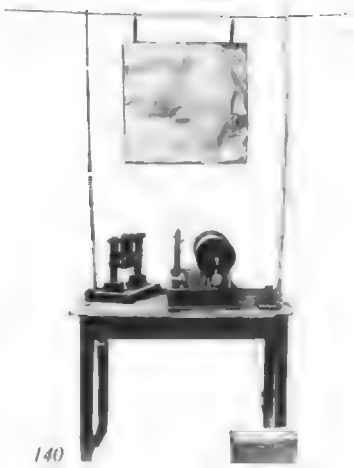
Nous en arrivons maintenant à Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894), le célèbre physicien allemand qui fut le premier à produire, détecter et mesurer des ondes électromagnétiques et, ainsi, à confirmer par l'expérience la théorie des ondes d'«éther» de Maxwell. Hertz montra expérimentalement que ces ondes étaient capables de réflexion, de réfraction, de polarisation, de diffraction et d'interférences; leur comportement correspondait exactement à celui des ondes lumineuses. Hertz avait obtenu ses ondes, que l'on ne tarda pas à appeler les « ondes hertziennes », au moyen des étincelles d'une bobine d'induction et il imagina d'étudier certaines de leurs propriétés avec un miroir en zinc. Il décrivit l'une de ses expériences, en 1888-1889, de la façon suivante:

« La hauteur du miroir (parabolique) était donc de 2 mètres, la largeur de son ouverture de 1,2 m et sa profondeur de 70 cm. L'oscillateur primaire était fixé au milieu de l'axe focal. Les fils conducteurs de la décharge passaient à travers le miroir; la bobine d'induction et les éléments furent donc placés derrière le miroir afin de ne pas se trouver

138 *Le matériel utilisé à l'origine par Heinrich Hertz, de 1886 à 1888. A gauche, la grille polarisée pour les ondes hertziennes; à droite, un prisme de matière bitumineuse permettant de montrer leur réfraction.*



139



140

sur le chemin. Si nous explorons alors le voisinage de l'oscillateur avec nos conducteurs, nous constatons que, derrière le miroir ou sur l'un de ses côtés, rien ne se produit; en revanche, dans la direction de son axe optique, on peut détecter les étincelles à une distance de 5 ou 6 mètres ». La demi-longueur d'onde était, pour cette expérience, d'environ 30 cm.

Hertz, qui mourut prématurément à 37 ans, a dit un jour: « ...ce sont là les problèmes ultimes des sciences physiques, les pics neigeux de leurs sommets les plus élevés. Nous sera-t-il jamais permis d'atteindre l'un de ces sommets?... Nous l'ignorons, mais nous avons trouvé un point de départ pour de nouvelles tentatives, qui est situé à un niveau plus élevé que tout autre jamais encore utilisé». On ne saurait trouver d'épitaphe plus véridique pour l'un des plus grands parmi les inventeurs de la télégraphie sans fil.

Mais les expériences de Hertz étaient d'un demi-siècle en avance sur leur temps; elles appartiennent au domaine que nous appelons maintenant celui des hyperfréquences. Nombre de chercheurs ont répété ces expériences et les ont complétées, notamment Edouard Sarasin (1843-1917) et Lucine de la Rive (1834-1924) à Genève, Antonio Giorgio Garbasso (1871-1933) et Emil Aschkinass (1873-1909) à Berlin, Jagadis Chunder Bose (1858-1937) à Calcutta et Augusto Righi (1850-1920) à Bologne. Nous verrons dans un moment que Righi eut une influence sur la technologie de la radio, ses ouvrages et ses conférences ayant incité un jeune Italien du nom de Guglielmo Marconi (1874-1937) à s'engager dans cette voie.

L'événement le plus important ensuite fut une conférence donnée le 1er juin 1894 à la Royal Institution de Londres par Oliver Joseph Lodge (1851-1940); elle avait pour titre: «L'œuvre de Hertz et de ses successeurs»; elle suscita à l'époque de fort nombreux commentaires et devait avoir des conséquences d'une très grande portée. Lodge, qui enseignait la physique à la nouvelle Université de Liverpool, s'était lui-même énormément intéressé aux phénomènes électromagnétiques et il fut le premier à présenter des observations sur la résonance, ou syntonisation. En 1898, il imagina d'insérer une bobine d'induction réglable dans le circuit d'antenne d'un émetteur ou d'un récepteur, parvenant ainsi à accorder ces circuits l'un avec l'autre. Par ce brevet, Lodge occupe une place éminente dans l'histoire de la télégraphie sans fil. Ses circuits résonnants, accordés avec précision, représentaient un progrès notable sur les dispositifs assez primitifs de Hertz. Cependant il convient de noter que, pas plus que Hertz, Lodge, trop absorbé par ses lourdes fonctions universitaires, ne prit jamais le temps d'approfondir ses idées sur la télégraphie sans fil.

Alexandre Stépanovitch Popov (1859-1906), comme bien d'autres, avait lu le texte de la conférence de Lodge, mais il y trouva une inspiration. En 1895, Popov était maître de conférences de physique à l'Ecole des torpilleurs de la Marine impériale russe à Cronstadt. Il procéda à des expériences avec des cohéreurs de Branly (dont nous

139 *Le premier récepteur de A. S. Popov (1895). A la séance du 7 mai 1895 de la Section de physique de la Société russe de physique et chimie, Popov fit la démonstration du premier récepteur d'ondes électromagnétiques du monde; il l'appela «un appareil pour la détection et l'enregistrement des oscillations électriques».*

140 *Reconstitution du premier émetteur de Marconi, dont l'aérien était formé d'une feuille de cuivre. Ce poste a été utilisé en Italie en 1895 et à Salisbury Plain (Angleterre) l'année suivante.*

КРОНШТАДТСКІЙ ВѢСТНИКЪ.

МАСКАРАДЪ

141

142

143

141 *Reproduction d'une page du « Messager de Cronstadt » du 12 mai 1895 contenant un article relatant les expériences de Popov.*

« A. S. Popov, professeur à l'Ecole des torpilleurs, fait actuellement des recherches sur la manière d'étudier les oscillations électriques qui se produisent dans l'atmosphère, au moyen de limailles métalliques sensibles aux décharges oscillantes; dans certaines circonstances, la résistance électrique d'une limaille métallique vient à varier lorsqu'elle est affectée par une telle décharge.
Ces curieuses propriétés, découvertes dès 1891, ont fait l'objet de diverses recherches. En 1894, O. Lodge, devant un vaste auditoire rassemblé à la Royal Institution de Londres, en a tiré parti pour effectuer diverses expériences relatives aux ondes hertziennes.
Pour ses propres expériences, le Professeur Popov a imaginé un appareil portatif qui actionne une sonnerie lorsque la limaille métallique qu'il contient est traversée par une oscillation électrique; à l'air libre, cet appareil est sensible à une onde hertzienne engendrée à 30 sagènes (environ 65 m) de distance.
Un rapport sur ces expériences a été présenté mardi dernier à la Section de physique de la Société russe de physique et chimie, où il a été écouté avec le plus vif intérêt. On peut en conclure qu'il est au moins théoriquement possible d'utiliser des ondes électriques pour transmettre des signaux à distance sans le secours d'aucun fil conducteur.»

142 *Des fonctionnaires du Post Office examinent l'appareil de Marconi lorsque celui-ci, en 1897, parvint à établir une liaison par T.S.F. d'une rive à l'autre du canal de Bristol (première transmission radio au-dessus de la mer).*

143 *En 1896, à Salisbury Plain, Marconi fait une démonstration de son invention devant des officiers et des fonctionnaires du Post Office britannique. (Peinture de Steven Spurrier.)*

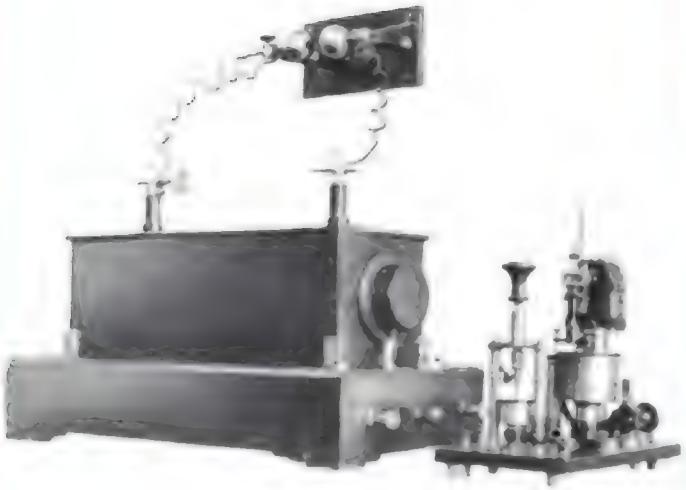
144 *L'émetteur de Cronstadt (1900).*

145 *L'un des premiers modèles de tube à rayons cathodiques, invention de C. F. Braun (1897).*

146-149 *Poste de T.S.F. expérimental de Sir Oliver Lodge, avec cohéreurs réalisés vers 1894.*

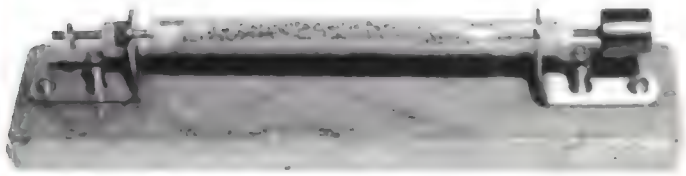
150 *L'invention du cohéreur, détecteur d'ondes hertziennes, est attribuée à Branly. Marconi a perfectionné le dispositif de Branly et a réalisé ainsi l'appareil que l'on voit ici.*

151 *Original de l'émetteur de T.S.F. construit par le Capitaine H. Jackson en 1896-1897.*



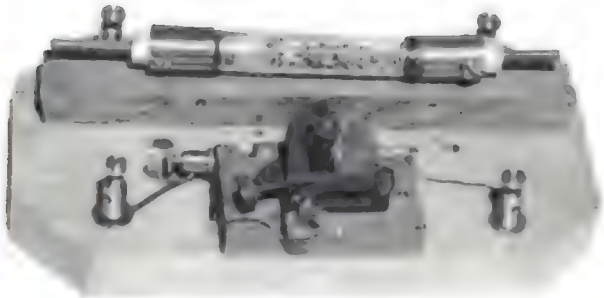
144

145



146

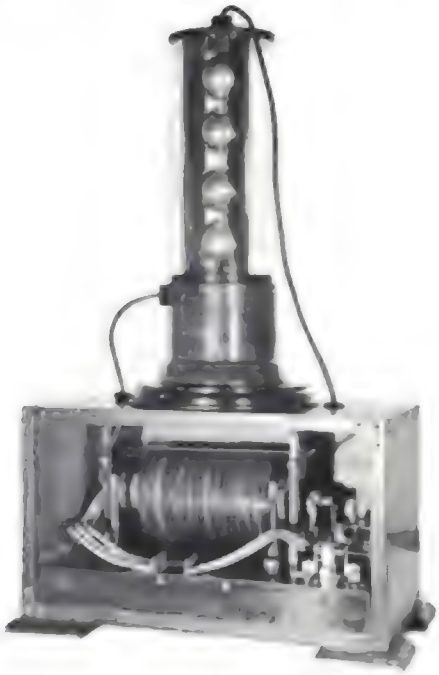
147



148

149

150



151

parlerons plus loin) et construisit en 1895 un récepteur duquel sortait une tige métallique; il fit à ce sujet, à la séance du 25 avril 1895 (7 mai, nouveau style) de la Société russe de physique et chimie, une communication intitulée: « De la relation des limailles métalliques et des oscillations électriques ». Avec cet équipement, Popov pouvait enregistrer les perturbations électriques, et notamment les décharges atmosphériques; au mois de juillet de la même année, un appareil d'enregistrement analogue, mais doté d'un dispositif encreur, fut installé à l'Observatoire météorologique de l'Institut des Forêts, à Saint-Pétersbourg.

Un exposé plus complet des expériences de Popov fut publié en janvier 1896 et, le 12 mars (24 mars, nouveau style) de la même année, Popov fit une nouvelle démonstration devant la même Société. A l'époque, celle-ci n'y consacra qu'un très bref compte rendu: « Au cours de sa conférence, A. S. Popov a présenté des instruments pour faire une démonstration des expériences de Hertz. Ces instruments ont déjà été décrits dans le Journal de la Société. » Au cours de cette séance, les mots « Heinrich Hertz » avaient été transmis par télégraphie sans fil en code Morse, et reçus en présence d'un auditoire composé de savants éminents. En Union soviétique, Popov est fêté comme l'inventeur de la radio et le 7 mai, chaque année, on y célèbre le « Jour de la Radio ».

Etant donné la date du premier brevet de Marconi — il avait été demandé le 2 juin 1896, ses spécifications étaient achevées le 2 mars 1897 et il fut délivré le 2 juillet 1897 — la question de la priorité de l'invention de la radio a soulevé ces dernières années pas mal de discussions. Mais nous avons déjà vu qu'il en avait été de même pour l'invention du téléphone, Gray et Bell ayant déposé, à quelques heures d'écart seulement, l'un une demande de brevet provisoire et l'autre une demande de brevet; en Allemagne Reis est d'ailleurs considéré comme *der Erfinder des Telephons*, inscription qui figure sur la statue élevée à sa mémoire.

La plupart des spécialistes de l'histoire de la science et de la technologie estiment aujourd'hui qu'une fois l'impulsion donnée dans la bonne direction — en l'occurrence cette impulsion fut donnée par les travaux de Hertz et par la conférence de Lodge — si on dispose des matériaux et de l'équipement convenables, il est parfaitement possible que différents chercheurs fassent simultanément une même invention. Si nous jetons encore un regard en arrière, mais cette fois sur les débuts du télégraphe, nous voyons qu'en technologie, ce n'est pas seulement le fait d'avoir trouvé quelque chose qui compte, c'est aussi celui d'en avoir communiqué l'idée de telle façon qu'elle puisse être appliquée et menée au point voulu pour porter ses fruits. Sans aucun doute, Marconi a inventé un excellent système de télégraphie sans fil et il en a personnellement inspiré et contrôlé l'application jusqu'à en faire un moyen de transmission mondial. Cela justifie amplement qu'on lui ait décerné en 1909 le prix Nobel de physique. Il partageait d'ailleurs ce prix avec Carl Ferdinand Braun (1850-1918) «en reconnaissance de leurs contributions au développement de la télégraphie sans fil», pour reprendre les termes mêmes de la citation officielle de la Fondation Nobel. En dehors de

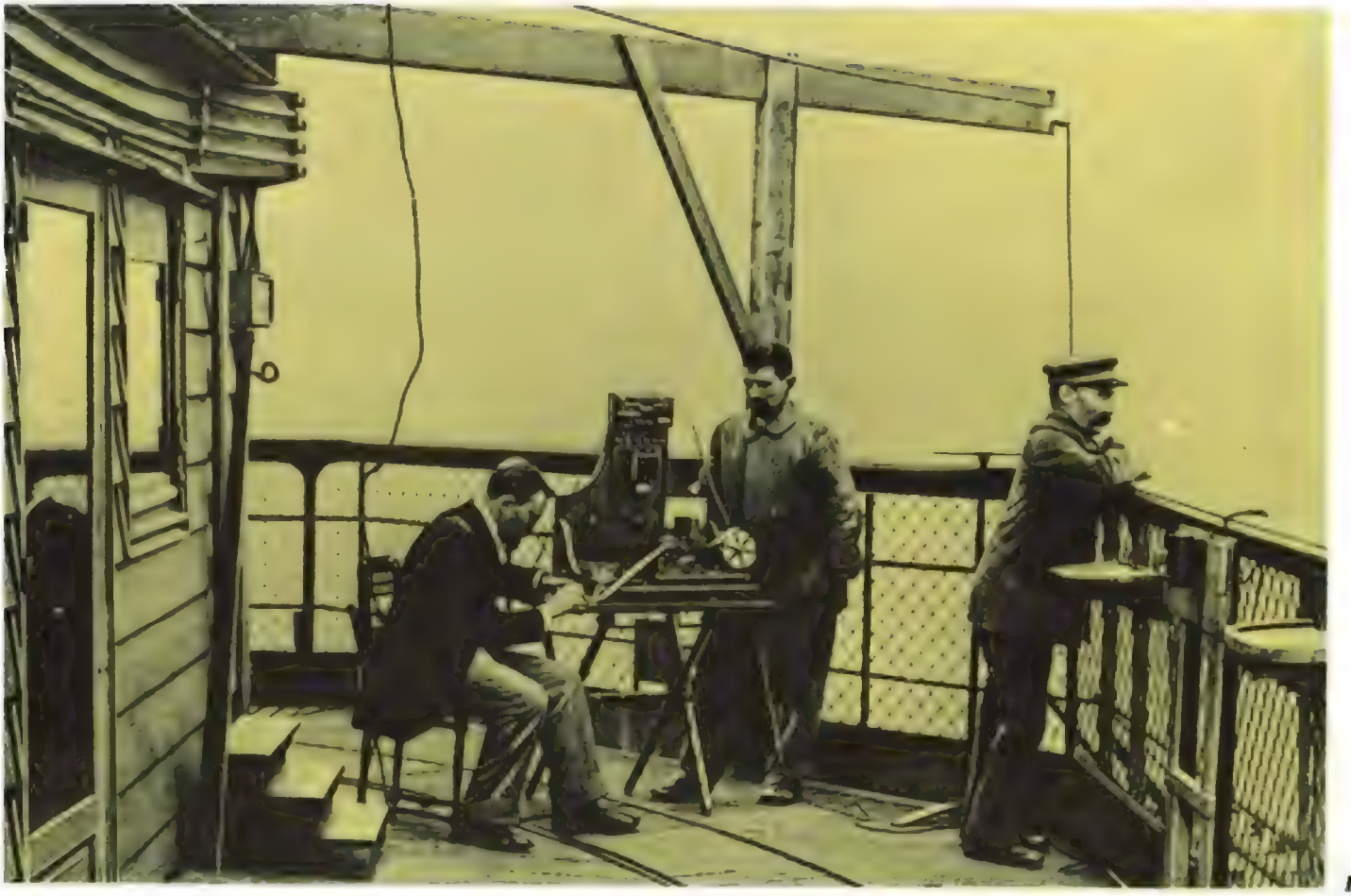
ses autres travaux dans le domaine de la radio, le nom de Braun restera toujours associé à la mise au point du tube à rayons cathodiques, ancêtre direct du cinéscope et du tube de télévision.

En 1894 — il avait alors vingt ans — Marconi connaissait bien les travaux de Hertz, de Branly, de Lodge et de Righi. Fils d'un riche propriétaire terrien, il avait été instruit par des précepteurs et s'intéressait surtout aux sciences et à la musique. Il commença à faire des expériences au printemps de 1895 dans la propriété de son père, la Villa Grifone, près de Pontecchio, dans la province de Bologne. Il avait eu l'idée que l'on pourrait établir des transmissions au moyen des ondes hertziennes en les manipulant selon les points et les traits de l'alphabet Morse. Lorsqu'il eut convaincu son père que l'objet de son ambition était réalisable, celui-ci lui donna tout l'appui financier nécessaire.

Pour ses premières expériences, Marconi utilisa une bobine d'induction ordinaire et des cohéreurs du type Branly de sa propre fabrication (voir plus loin). Il inséra dans le circuit primaire de la bobine d'induction un manipulateur qui commandait la décharge et produisit ainsi des trains d'étincelles de diverses durées, représentant des points et des traits. Bientôt il parvint à détecter ces signaux dans toute la pièce qui lui servait de laboratoire et, dans l'été de 1895, il alla s'installer dans son jardin. Afin d'augmenter la portée de son émetteur, il s'inspira d'expériences faites auparavant par d'autres: à l'une des extrémités du circuit émetteur il attacha un objet métallique élevé, l'antenne, et à l'autre extrémité, une plaque métallique enterrée dans le sol. Il put alors capter des signaux à travers tout le jardin et constata bientôt qu'il y avait une relation directe entre la hauteur de l'antenne et la portée de la transmission.

Marconi apporta de grandes améliorations aux éléments de son système et notamment à la conception de ses cohéreurs. De plus, il mit en série dans le circuit un relais qui actionnait le décohéreur et construisit de toutes pièces un dispositif imprimeur pour enregistrer les signaux reçus. Peut-être ce moment est-il le mieux choisi pour rendre hommage au grand physicien français Edouard Branly (1844-1940), officiellement désigné en France comme l'« inventeur de la télégraphie électrique sans fil ». Sa plus importante contribution fut la réalisation du cohéreur, ce fragile petit tube de verre qui ressemblait à un thermomètre mais qui était rempli de limaille métallique. Il en fit la démonstration en 1891 devant l'Académie des Sciences à laquelle il devait plus tard appartenir.

Branly découvrit que des ondes électromagnétiques, engendrées à une distance pouvant aller jusqu'à 25 m, provoquaient la cohésion des particules contenues dans son cohéreur — tout d'abord, des particules de fer, puis, plus tard, de nickel et d'argent — permettant ainsi à un courant de le traverser. Pour mettre ce phénomène en évidence, il employait un galvanomètre; Marconi perfectionna grandement ce dispositif en utilisant un télégraphe imprimeur. Mais il fallait ensuite séparer les particules métalliques; Branly ajouta donc à son appareil un décohéreur,



153

sorte de petit marteau exactement semblable à celui de n'importe quelle sonnerie électrique. Quand ce marteau frappait le tube de verre, la cohésion des particules cessait et le courant des batteries ne passait plus.

Chaque impulsion atteignant l'antenne de Marconi produisait dans le cohéreur les mêmes phénomènes, d'abord la cohésion des grains, puis leur décohésion, et il en résultait l'enregistrement des points et des traits. Marconi utilisait des fiches en argent parfaitement ajustées dans son tube en verre; il y faisait ensuite le vide puis le scellait; le cohéreur devint ainsi le premier d'une nombreuse série d'appareils sensibles aux ondes de la T.S.F. Avant de quitter l'Italie pour poursuivre ses travaux en Angleterre, Marconi avait réussi à transmettre des signaux à une distance de l'ordre de 1 000 mètres.

Telle est donc l'histoire des nombreux inventeurs de la télégraphie sans fil, dont chacun, appliquant ses idées à des appareils conçus par les autres, parvenait à leur apporter de nouveaux perfectionnements. Ce fut, c'est le cas de le dire, « une recherche patiente, opiniâtre et bien souvent décourageante des lois de la Nature, inspirée, en ces premiers temps, par le seul amour de la science».

152 *Les premiers essais de transmission radio à partir de la Tour Eiffel ont été effectués par Ducretet le 5 novembre 1898. Les signaux ont été reçus à 4 km de distance, au voisinage du Panthéon.*

153 *Médaille commémorative d'Edouard Branly, frappée par la Monnaie de Paris.*

154 *Original du tube thermo-ionique construit en 1904 par le Professeur A. Fleming.*

La radio fait ses premiers pas sur la mer

Les radiocommunications sont internationales par leur nature même; on s'en est aperçu dès le début. A la différence des câbles ou des fils, les ondes électromagnétiques ne connaissent pas les frontières artificielles; seule la puissance avec laquelle elles sont émises détermine la distance à laquelle elles parviendront. Cet immense avantage fut tout d'abord apprécié par les autorités navales et maritimes qui trouvèrent dans la télégraphie sans fil le premier moyen de rester en contact avec des navires en mer. Ces idées peuvent très bien être passées par la tête du jeune Marconi quand, en février 1896, il quitta l'Italie pour aller à Londres exploiter son invention.

Sa mère était de naissance irlandaise et avait des parents à Londres, aussi Marconi obtint-il aisément d'être présenté à Sir William Henry Preece (1834-1913), ingénieur en chef du Post Office britannique. Celui-ci avait lui-même beaucoup travaillé la « télégraphie par induction », et avait ensuite tenté d'aborder, par la même technique, le problème de la télégraphie sans fil. Il fut émerveillé des résultats obtenus par Marconi et lui offrit l'assistance de ses services. Les essais eurent lieu à Salisbury Plain en septembre 1896 et en mars 1897; avec une antenne montée sur un cerf-volant, Marconi réalisa alors une portée de transmission de 6 à 7 km. Deux mois plus tard, le 18 mai 1897, des essais furent effectués au-dessus de l'eau, en fait au-dessus du canal de Bristol, et une distance record de 14 km fut alors atteinte.

Marconi avait une très grande foi dans les possibilités d'avenir commercial de la télégraphie sans fil et, le 20 juillet 1897, il faisait enregistrer à Londres sa *Wireless Telegraph and Signal Company Limited.* La collaboration avec le Post Office devait prendre fin; la radio avait déjà quitté le laboratoire de recherches pour devenir une entreprise commerciale. La compagnie, connue de 1900 à 1963 sous le nom de *Marconi's Wireless Telegraph Company*, avait, en 1898, un capital en actions de 100 000 livres; en 1911, ce capital avait été porté à un million de livres mais aucun dividende n'avait été payé pendant toute cette période. Au cours de ces années, la compagnie conquit une place de tout premier plan dans la télégraphie sans fil et en particulier elle s'assura pratiquement le monopole en ce domaine en Grande-Bretagne et au Canada.

Les efforts de Marconi visaient toujours à augmenter la portée de ses émissions. Toutefois, Marconi, dans ses débuts, n'avait pas apprécié l'importance de la syntonisation entre l'émetteur et le récepteur. Cette idée lui vint petit à petit et c'est au cours des essais effectués avec le concours de la Marine pendant l'automne de 1899 qu'il en fut tout à fait convaincu. Pendant ces essais, il constata que l'introduction d'un variomètre augmentait notablement la portée des émissions. En septembre et en octobre de la même année, la T.S.F. gagna l'Amérique et le compte rendu des régates internationales qui se déroulaient au large de Sandy Hook fut transmis à New York par voie radio.

Le paquebot américain *St Paul* fut, semble-t-il, le premier navire à avoir à son bord une station de radiotélégraphie; en novembre 1899, alors qu'il se dirigeait vers Southampton, il reçut un message radio émis de The Needles

155 *La station de T.S.F. de Poldhu en 1901. On y voit l'antenne en éventail qui émit le premier signal radio à avoir traversé l'Atlantique. La réception eut lieu à Signal Hill (Terre-Neuve).*

156 *Montage de l'antenne cerf-volant à Signal Hill (Terre-Neuve). C'est là que fut reçu en 1901 le signal radio émis à Poldhu (Cornouailles). Le personnage que l'on voit à l'extrême gauche est Marconi.*

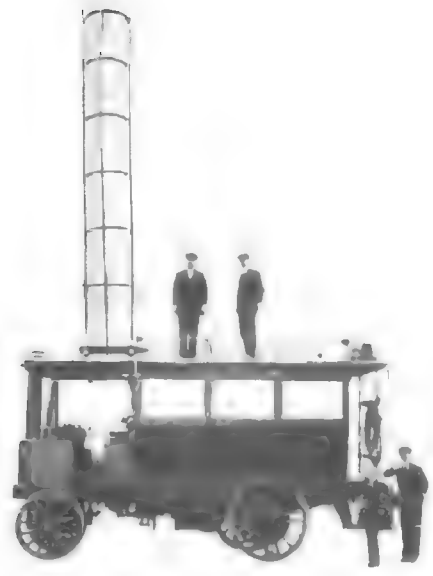
155

156

157 *Pylônes de la station Marconi de Table Head (Nouvelle-Ecosse).*

158 *La première station de T.S.F. mobile date de 1901. Elle était montée sur ce camion, mû par un moteur à vapeur, dont Marconi (que l'on aperçoit à l'extrême droite) se servit pour ses premiers essais. Quand le véhicule était en marche, on rabattait sur le toit l'antenne cylindrique, verticale en position de fonctionnement.*

157



158

(île de Wight) dont il se trouvait encore à une distance de 105 km. Ce fut ensuite un navire allemand, le *Kaiser Wilhelm der Grosse* qui, au début de 1900, fut doté d'une installation de T.S.F. A partir de cette date, les armateurs équipèrent leurs navires l'un après l'autre; aujourd'hui, il est inconcevable que quoi que ce soit qui flotte, du plus grand paquebot au plus petit engin de sauvetage, ne soit pas équipé d'un appareil radioélectrique.

Mais Marconi n'est pas resté longtemps seul à travailler dans le domaine de la télégraphie sans fil. Ainsi, en Allemagne, Adolf K. H. Slaby (1849-1913), auquel on doit une intéressante contribution puisqu'il avait imaginé de mesurer les longueurs d'onde au moyen de bobines accordées, s'associa au Comte George von Arco et à l'A.E.G. pour fabriquer du matériel de T.S.F. Leur compagnie fusionna en 1903 avec celles constituées par Braun et Siemens & Halske pour former la Société Telefunken. Afin de conserver sa suprématie, Marconi modifia alors sa tactique commerciale. Au lieu de se borner à fabriquer du matériel et à le vendre à n'importe qui, il décida d'organiser un grand réseau de télégraphie sans fil qui serait sa propriété.

Marconi édifia ses propres stations d'émission à terre en des points judicieusement situés le long des grandes routes commerciales maritimes et plaça ses propres opérateurs à bord des navires dotés d'équipement de sa fabrication. Il était interdit à ceux-ci de communiquer avec un navire équipé d'un appareil d'une autre marque. La *Marconi International Marine Communications Company* fut créée en 1900 pour réaliser ce plan et, à partir de mai 1901, de nombreuses stations Marconi s'ouvrirent en Grande-Bretagne, en Irlande, en Italie, au Canada, en Belgique et à Terre-Neuve. La première compagnie de radiocommunications installée aux Etats-Unis fut la *Marconi Wireless and Telegraph Company of America;* elle fut constituée en société dans l'Etat de New Jersey le 22 novembre 1899.

C'est avec le plus grand succès que Marconi transforma ce qui n'était qu'un objet de laboratoire peu d'années auparavant, en une entreprise commerciale d'envergure mondiale. Sa brillante réussite est due à ses grandes capacités scientifiques et à un sens des affaires tout aussi remarquable. Mais tout au long de sa vie, il se tint à l'avant-garde de la science; comme nous l'avons vu, il se rendit personnellement à Terre-Neuve pour recevoir, en 1901, le premier message transatlantique. Depuis 1899, la Compagnie Marconi britannique comptait au nombre de ses conseillers scientifiques John Ambrose Fleming (1849-1945), qui fut le premier professeur d'électrotechnique à l'University College de Londres. Il aida grandement Marconi à mettre au point la station d'émission de Poldhu, en Cornouailles; il déclara plus tard que c'est une longueur d'onde «probablement pas inférieure à 3000 pieds» (915 m ou 328 kHz) qui fut utilisée pour la première liaison transatlantique.

Fleming était d'autre part conseiller auprès de l' *Edison Electric Light Company* de Londres et, peu avant 1890, il avait beaucoup étudié l'« effet Edison ». Il s'agissait de cette fine ligne blanche qui se forme à l'intérieur des

ampoules électriques brûlées, alors que tout le reste est couvert d'un dépôt noir de charbon ou de métal. La ligne blanche était due à un effet protecteur du filament.

En travaillant avec Marconi, Fleming se familiarisa rapidement avec le capricieux cohéreur employé pour détecter les ondes de la T.S.F. Et un jour, en 1904, il décida d'essayer l'une de ses lampes où une plaque de métal avait été placée autour de la branche négative du filament. Lorsque des ondes électromagnétiques traversaient cette lampe, la plaque métallique étant reliée à un galvanomètre, on observait le passage d'un courant assez intense. La demande de brevet pour cette grande découverte du tube thermo-ionique date du 16 novembre 1904. Deux ans plus tard, l'ingénieur autrichien Robert von Lieben prit un brevet allemand couvrant tous les amplificateurs électroniques.

Toutefois, cette invention ne s'affirma vraiment qu'après avoir reçu un autre perfectionnement. C'est un ingénieur américain, Lee De Forest (1873-1961), qui le réalisa en 1906, tout à fait indépendamment de Fleming, en plaçant une grille entre le filament, ou cathode, et la plaque de métal qui constituait l'anode. Le courant d'électrons entre la cathode et l'anode découvert par Sir Joseph John Thompson (1856-1940) en 1897, pouvait ainsi être modulé par la grille et ce nouveau tube amplifiait fortement les signaux de faible intensité appliqués à celle-ci.

Lee De Forest, avec sa « bouteille en verre pleine de rien », a sans doute contribué plus que tout autre au développement rapide de la radio et de l'électronique. Vers le milieu du 20e siècle, on fabriquait dans le monde plus de 200 millions de tubes de radio par an. Cette lampe, la triode ou audion, ne servait pas seulement à amplifier les signaux de faible intensité arrivant au récepteur, en particulier quand on en mettait plusieurs à la suite l'une de l'autre, mais, combinée avec un oscillateur (comme le fit A. Meissner en 1913), elle devenait une source puissante d'ondes électromagnétiques. Vers 1914, elle avait commencé à remplacer l'arc comme générateur d'ondes entretenues.

Mais il nous faut revenir à la mer, où la télégraphie sans fil a pour la première fois donné la preuve des bienfaits qu'elle apportait à l'humanité, et remonter tout au début de ce siècle. C'est en effet le 23 janvier 1900, qu'un petit groupe de pêcheurs fut sauvé, au voisinage de l'île d'Hogland, dans la mer Baltique, grâce à un message radio capté par le brise-glace *Yermak*. Marconi venait tout juste de transmettre la lettre *S* (trois points en alphabet Morse), de la Cornouailles à Terre-Neuve, soit à une distance de 3 500 km. Mais il lui avait fallu des antennes complexes et très élevées. La plupart des bateaux dotés d'installations de télégraphie sans fil pouvaient tout juste, durant ces premières années, rester en contact avec une côte dont ils n'étaient éloignés que de quelques centaines de kilomètres. De plus, on ne considérait la T.S.F. que comme un moyen de communication de poste à poste, permettant par exemple à un armateur de donner des instructions à un capitaine, à un financier de passer à ses courtiers des ordres de vente ou d'achat ou à une agence de transmettre les dernières nouvelles aux passagers d'un navire; ces informations

160

étaient parfois reproduites à bord et c'est ainsi que parurent les premiers bulletins d'information imprimés sur un navire. Et c'est peu après que la mer fut le théâtre de trois événements dramatiques qui enseignèrent au monde entier tout l'intérêt du nouveau mode de communication.

A 5 h 30, dans la matinée du 23 janvier 1909, un navire de 15 000 tonnes, le *Republic*, naviguait dans un brouillard intense à environ 280 km à l'est du phare d'Ambrose, au large de la côte est des Etats-Unis. Il entra en collision avec le vapeur italien *Florida*, qui transportait 800 émigrants vers le nouveau monde. Jack Binns, l'opérateur radio du *Republic*, envoya le signal de détresse CQD à la station américaine de Siasconset, qui le retransmit aux autres navires se trouvant dans le voisinage. Le premier à arriver sur les lieux du sinistre fut le *Baltic*, qui avait reçu la demande d'assistance seulement 30 minutes après qu'elle eut été émise. Le *Baltic* put s'approcher du *Republic*, uniquement grâce aux messages radio de ce dernier, seul moyen de le guider dans cet épais brouillard. Les 1 700 personnes à bord des deux navires purent toutes être sauvées. Pour la première fois, le monde entier avait eu connaissance d'une tragédie maritime de première importance et avait pu suivre dans la presse les efforts entrepris pour opérer le sauvetage. Sans la T.S.F., il n'aurait pas été possible de demander assistance et personne sans doute n'aurait jamais rien su de ce drame.

Dix-huit mois plus tard, il apparut que la télégraphie sans fil pouvait rendre un genre de service tout à fait différent. En juillet 1910, un assassin britannique notoire, le Docteur Crippen, avait pris la fuite avec sa secrétaire et s'était embarqué à Anvers, sur le paquebot *Montrose*, de la Canadian Pacific. Les soupçons du capitaine avaient été éveillés par un passager plutôt bizarre, qui voyageait « en compagnie de son fils »; il entra en contact par télégraphie sans fil avec les bureaux de sa compagnie qui lui envoyèrent le signalement de Crippen et de sa secrétaire, qui s'était en effet déguisée en jeune homme. Le capitaine confirma immédiatement à sa compagnie, par radio, leur présence à bord de son navire et un inspecteur de Scotland Yard du nom de Drew, s'embarqua pour le Canada sur le *Laurentic*, navire beaucoup plus rapide que le *Montrose*.

Alors commença une course à travers l'Atlantique, connue du monde entier grâce à la télégraphie sans fil, mais ignorée des deux fuyards qui voulaient échapper à la justice. L'imagination de chacun était empoignée à la pensée profondément troublante, presque inquiétante, de ces deux passagers qui avaient la ferme conviction que l'on ignorait leur identité alors que dans tous les coins du monde civilisé parvenaient par radio des renseignements sur l'un et sur l'autre. Tous deux furent arrêtés à leur arrivée au Canada. L'histoire s'était donc répétée. Il avait fallu l'arrestation spectaculaire d'un meurtrier pour convaincre le monde de l'intérêt des télécommunications modernes tout comme, en 1845, le premier télégraphe avait permis d'arriver au même résultat entre Slough et Londres.

159 *L'ancêtre du « walkie-talkie », breveté par M. Sharman, l'un des directeurs de l'Ecole de télégraphie de Clapham (Londres), en 1910. La notice publicitaire décrivait cet appareil ainsi: « Un poste de T.S.F. portatif qui vous transmet vos messages pendant que vous vous promenez dans votre jardin. Fera sensation dans vos garden parties ».*

160 *Le Dr Crippen et Ethel Neve surpris par un photographe à bord du* Montrose, *avant leur arrestation (1910). C'était la première fois que la T.S.F. permettait d'arrêter un criminel.*

UNITED STATES OF AMERICA

Department of Commerce and Labor

NAVIGATION SERVICE

OPERATOR'S CERTIFICATE OF SKILL IN RADIOCOMMUNICATION

This is to certify that, under the provisions of the Act of June 24, 1910,

Harry R. Cheetham

has been examined in radiocommunication and has passed in:

(a) The adjustment of apparatus, correction of faults, and change from one wave-length to another;

(b) Transmission and sound-reading at a speed of not less than fifteen words a minute American Morse, twelve words Continental, five letters counting as one word.

The candidate's practical knowledge of adjustment was tested on a Stone set of apparatus. His knowledge of other systems and of international radiotelegraphic regulations and American naval wireless regulations is shown below

Also is familiar with United Wireless Co and Fessenden systems; is proficient in both American Morse and Continental Morse codes and is familiar with existing regulations

Jno P Clark

Chief Gunner U S Navy

(Signature of examining officer.)

Place U S Navy Yard, Boston, Mass., Date August 4th, 1911

By direction of the Secretary of Commerce and Labor:

E H Chamberlain,

Commissioner of Navigation, Washington, D. C.

I, _____, do solemnly swear that I will faithfully preserve the secrecy of all messages coming to my knowledge through my employment under this certificate; that this obligation is taken freely, without mental reservation or purpose of evasion; and that I will well and faithfully discharge the duties of the office: So help me God.

_____

(Signature of holder.)

Date of birth _____ Place of birth _____

Sworn to and subscribed before me this _____

day of _____, A. D. 191

_____

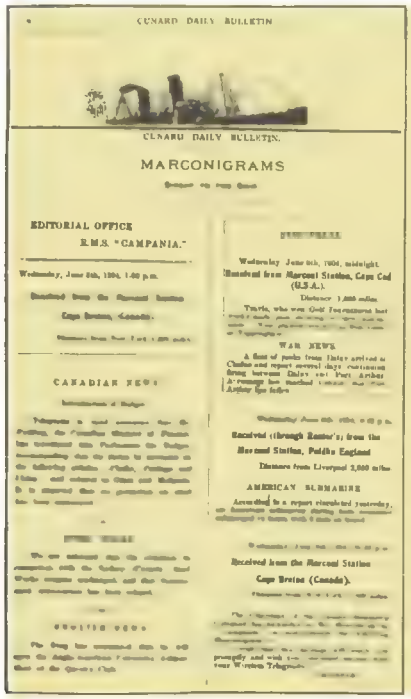
Notary Public

It is not intended to limit the employment of the holder to a particular system, but merely to indicate the particular system on which he was tested for adjustment of apparatus.

This certificate is valid for two years, subject to suspension or revocation by the Secretary of Commerce and Labor for cause. It should be kept where it can be shown to officers of the customs or other officers of the Government just before the ship leaves port.

161

162



CUNARD DAILY BULLETIN

CUNARD DAILY BULLETIN.

MARCONIGRAMS

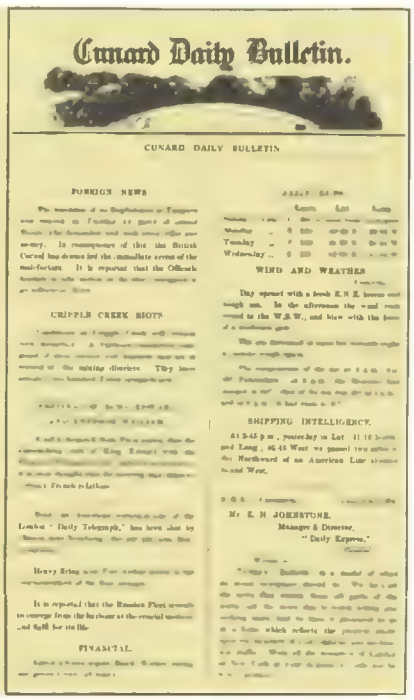
EDITORIAL OFFICE
R.M.S. "CAMPANIA."

CANADIAN NEWS

WAR NEWS

AMERICAN SUBMARINE

Received from the Marconi Station
Cape Breton (Canada).



Cunard Daily Bulletin.

CUNARD DAILY BULLETIN

FOREIGN NEWS

CRIPPLE CREEK RIOTS

FINANCIAL

WIND AND WEATHER

SHIPPING INTELLIGENCE.

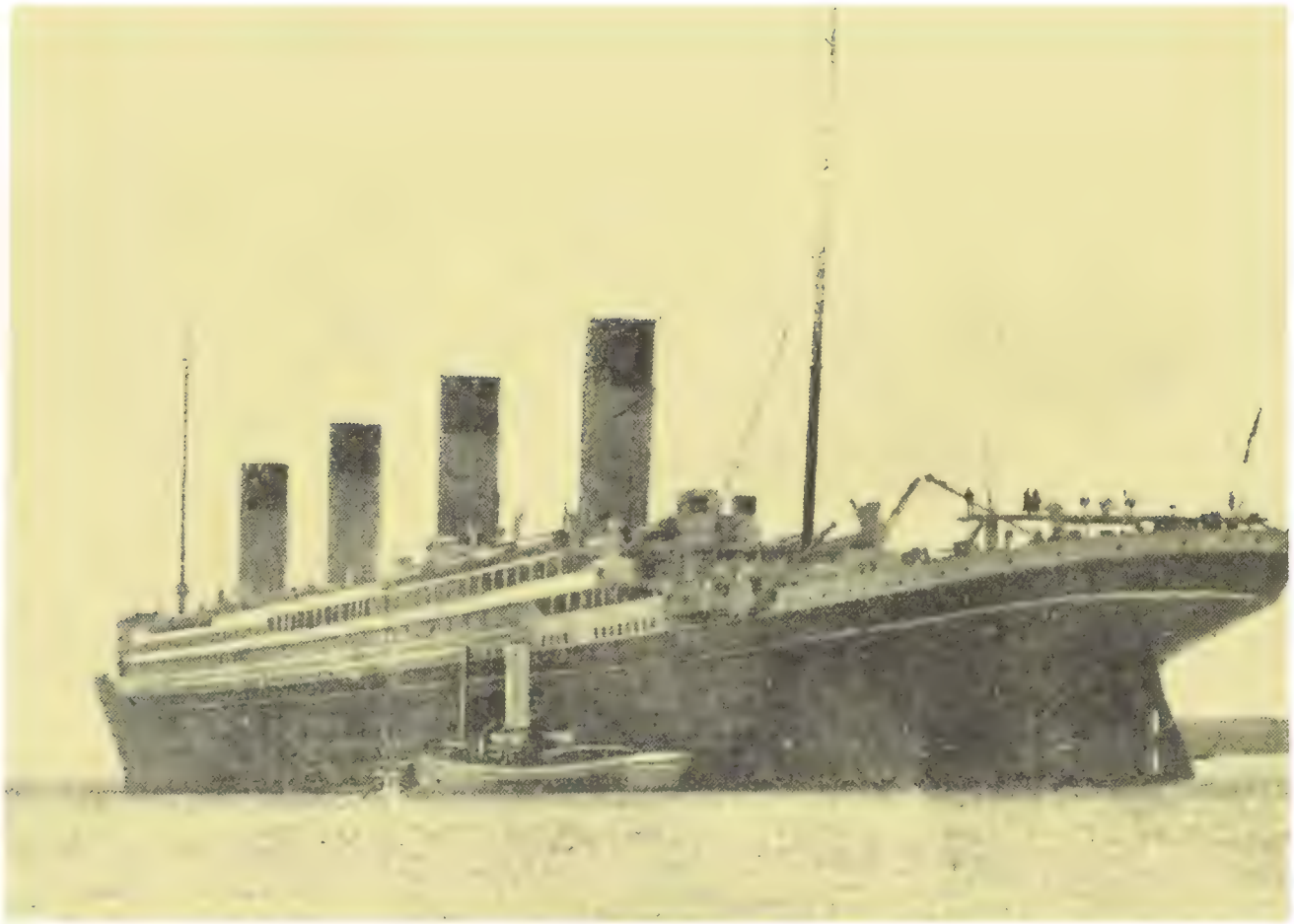
Mr E. H. JOHNSTONE,
Manager & Director,
"Daily Express."

161 *Certificat d'opérateur, décerné à Harry R. Cheetham, le 4 août 1911.*

162 *Le numéro du 8 juin 1904 d'un journal imprimé en plein océan, contenant des nouvelles transmises par «marconigrammes».*

163 *Amplificateur à trois étages, construit en 1912 par la Federal Telegraph Company, et muni d'«audions» de Lee De Forest. D'un gain de 120, cet appareil est le premier amplificateur B. F. commercial que l'on connaisse. La Marine des Etats-Unis en fit une démonstration en septembre 1912.*

164 *Le* Titanic, *au cours de son premier et dernier voyage (1912). Son naufrage coûta de nombreuses vies humaines, mais les pertes auraient été encore bien plus lourdes s'il n'y avait pas eu la T.S.F.*



164

165

Un autre événement marquant dans l'histoire des communications transocéaniques par télégraphie sans fil fut occasionné par le séjour aux Indes du Roi George V et de la Reine Mary en 1911. C'était la première fois qu'un souverain britannique quittait l'Angleterre pour visiter son Empire d'outre-mer; ce fut par T.S.F. qu'il fut tenu au courant des événements qui se passaient en Angleterre et une circulaire de la Cour fut même envoyée de Gibraltar le 15 novembre 1911.

Mais l'événement le plus dramatique de l'histoire des débuts de la T.S.F. fut le naufrage du *Titanic*, qui sombra avec 1 503 personnes à bord, au nombre desquelles son radiotélégraphiste, J. G. Phillips. Le *Titanic* heurta un iceberg le 14 avril 1912, alors qu'il suivait la route du grand cercle polaire en vue de battre le record de la traversée de l'Atlantique; c'était son premier voyage. Voici quelques extraits du registre de bord du *Carpathia*, l'un des navires qui participèrent au sauvetage; ce registre était tenu par Cottam, l'opérateur du navire.

Dimanche 14 avril 1912
Heure de New York

17 h 30 Echange de signaux avec le *Titanic* à intervalles fréquents, jusqu'à 21 h 45.

23 h 20 Entendons le *Titanic* envoyer appels SOS et CQD. Lui répondons immédiatement. *Titanic* dit: « Heurté iceberg, venez immédiatement à notre secours. Position: lat. 41.46 N; long. 50.14 W ». Informé aussitôt le pont.

23 h 30 Cap modifié; nous rendons sur les lieux du sinistre.

23 h 45 *Olympic* communique avec *Titanic*. *Titanic* dit temps clair et calme. Eau monte dans chambre des machines.

Lundi 15 avril 1912

00 h 10 *Titanic* envoie appels CQD. Force des signaux paraît fortement réduite.

00 h 20 *Titanic* apparemment en train de régler l'écartement de l'éclateur. Il transmet des « V ». Signaux très altérés.

00 h 25 J'appelle le *Titanic*. Pas de réponse.

00 h 28 *Titanic* envoie appels CQD; ses signaux deviennent flous et cessent brusquement.

00 h 30 Appelons *Titanic* à intervalles rapprochés tout en restant à l'écoute de ses émissions, mais on n'entend plus rien.

01 h 25 Appelons *Titanic* et annonçons que nous sommes en train de lancer des fusées. Aucune réponse perceptible.

01 h 30 Continuons à appeler *Titanic* à intervalles rapprochés, mais sans succès.

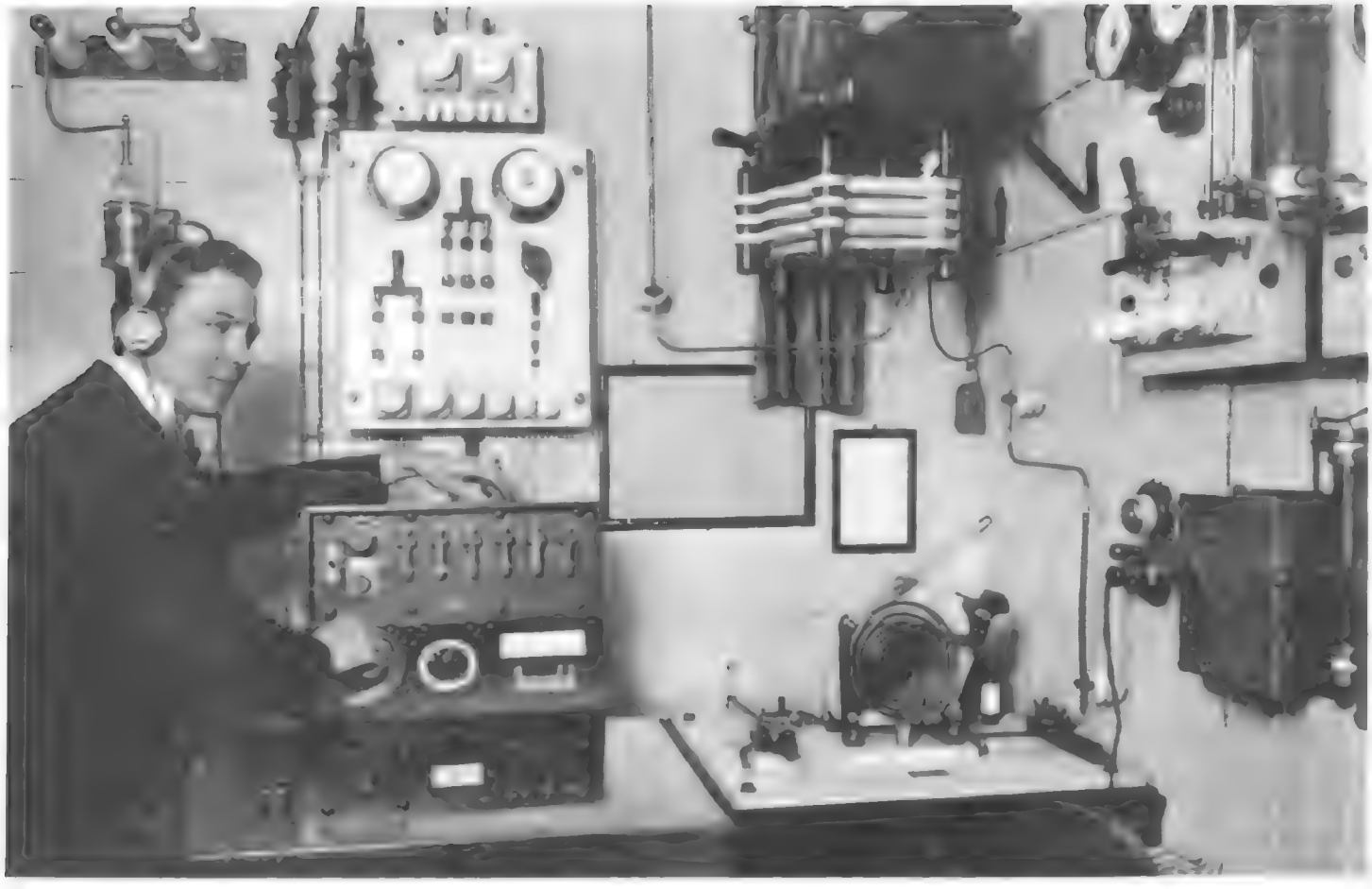
165 *Cabine de radiotélégraphie installée à bord d'un navire de 1912, comme devait être celle du Titanic...*

Au lever du jour, le *Carpathia* arriva sur les lieux du sinistre où il put repêcher 710 rescapés. Deux commissions spéciales, l'une du Congrès américain, l'autre présidée par Lord Mersey, en Angleterre, procédèrent à une enquête sur le sinistre et établirent des faits assez troublants. Ce naufrage permit de tirer certaines leçons plutôt amères. Il y avait dans les parages des navires qui auraient pu être atteints par les émissions du *Titanic*, mais ils n'avaient pas la radio. Ce que révéla le *California*, petit navire à passagers qui se dirigeait également vers l'ouest, était encore plus affligeant. Le *California* avait rencontré un banc de glaces dans la soirée et son radiotélégraphiste avait voulu en avertir le *Titanic*, mais le radio du paquebot de luxe qui était alors en train d'échanger des messages avec le cap Cod l'avait prié de « la fermer », et de ne pas venir troubler ses conversations.

L'opérateur du *California* écouta encore pendant quelques minutes les messages qui passaient puis, comme il y avait seize heures qu'il était de service, il alla se coucher. Le *California* était à une trentaine de kilomètres du *Titanic* bien qu'il ait paru aux passagers du *Titanic* qui observaient l'horizon qu'il n'en était distant que de 10 km environ. Lorsque, dans le courant de la nuit, les officiers du *California* aperçurent au loin des fusées blanches, ils ne pensèrent pas un seul instant à réveiller leur opérateur; c'est seulement lorsque celui-ci reprit son service, à 4 heures du matin, que le *California* apprit l'affreux désastre.

Bien entendu, cette aventure n'avait rien de nouveau. Dès qu'un assez grand nombre de navires avaient été équipés d'installations de télégraphie sans fil, les ennuis avaient commencé. Pour les radiotélégraphistes, c'était comme un jouet nouveau dont ils s'amusaient sans fin. Tout d'abord, il n'y avait aucune réglementation internationale et chaque opérateur agissait à peu près à sa guise. Aucun d'eux n'admettait qu'un autre eût priorité sur lui et ceux qui se trouvaient sur de grands paquebots montraient un certain mépris pour leurs collègues des cargos ou des navires de plus faible tonnage — heureusement, pas toujours avec des conséquences aussi désastreuses que dans le cas du *California* et du *Titanic*. Capter les émissions d'un camarade embarqué sur un autre bateau procurait toujours un plaisir analogue à celui d'un exploit sportif, surtout s'il s'agissait d'un ami avec lequel on pouvait alors bavarder de tout et de rien.

Comme les émissions des postes à étincelles occupaient une très large bande de fréquences, deux opérateurs en train de converser empêchaient pratiquement tout autre navire d'utiliser la radio dans un rayon de 100 km. Le seul moyen de les faire cesser, et qui était fréquemment utilisé par celui qui voulait envoyer un message, consistait à « laisser tomber un bouquin sur le manipulateur ». Et en effet, l'opérateur posait bel et bien un livre ou tout autre objet pesant sur son manipulateur, ce qui déclenchait un brouillage continu tel que personne ne pouvait plus rien entendre. La confusion était à son comble. Ces incidents et bien d'autres brouillages mutuels inévitables quand tout le monde opère à sa guise sur la même longueur d'onde entraînaient naturellement des inimitiés et des querelles



166

166 *La cabine radio du* Drotthingholm, *navire suédois, en 1921.*

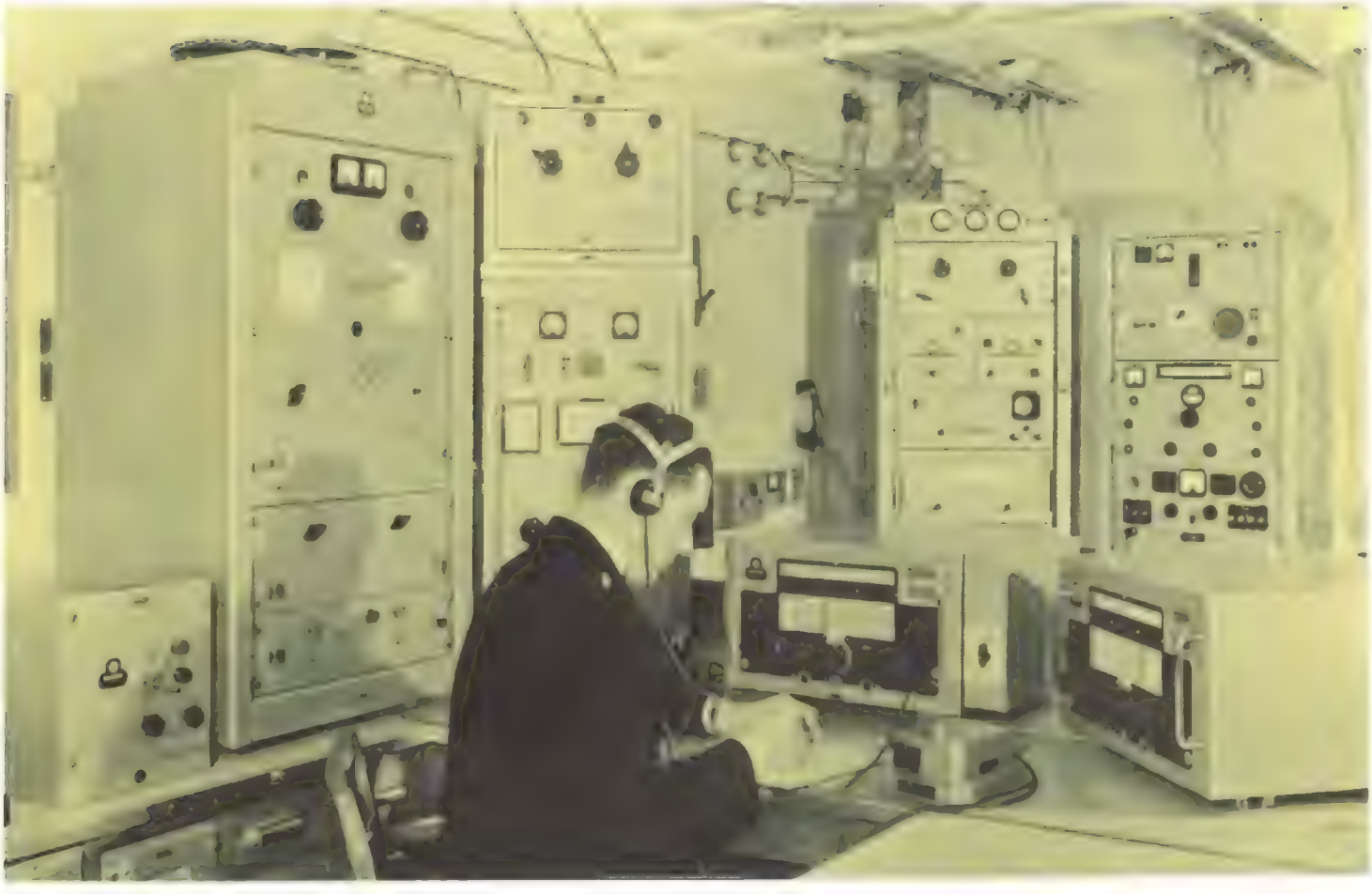
167 *Deux générateurs Poulsen à la station de Lyngby, auprès de Copenhague, en 1920. Le physicien danois Valdemar Poulsen réussit en 1902 à produire des ondes entretenues au moyen de l'arc qui porte son nom. Sa théorie fut étendue et perfectionnée par P. O. Pedersen. Des générateurs de ce type étaient d'usage courant immédiatement avant et pendant la première guerre mondiale.*

168 *La cabine radio d'un grand navire de commerce moderne. On voit seulement une partie de l'installation, notamment un émetteur Marconi «Globespan» et des récepteurs «Atalanta».*

167

entre les opérateurs, qui emplissaient l'espace de jurons, d'insultes ou d'obscénités bien senties. Dans ces conditions, l'efficacité du service était naturellement très inférieure à ce qu'elle aurait pu être, même dans ces premiers temps.

On ne sera donc pas surpris que, avec Marconi qui essayait d'établir un monopole, avec ses opérateurs qui ne répondaient qu'à ceux de la même compagnie, avec un langage peu amène à l'ordre du jour, la nécessité d'une réglementation internationale soit apparue beaucoup plus tôt pour la radio que pour le télégraphe. C'est pourquoi la première Conférence préliminaire fut convoquée dès 1903, deux ans seulement après que le premier signal radiotélégraphique transmis à travers l'Atlantique eut plongé le monde dans l'étonnement.



168

Les conférences radiotélégraphiques internationales

Il est évident qu'il ne suffit pas d'équiper des navires et des stations côtières en matériel radioélectrique pour assurer un service international efficace. En effet, la question des brouillages vient forcément se poser un jour ou l'autre. Depuis l'origine des radiocommunications, on a toujours cherché à réglementer l'attribution des fréquences par des accords internationaux, à établir des procédures pour l'exploitation des stations de navire, des stations d'aéronef et des stations terrestres, et à définir des normes techniques pour les appareils ainsi que les qualités à exiger des opérateurs. Il est heureux qu'une Conférence radiotélégraphique préliminaire, celle de Berlin, ait eu lieu dès 1903. Son origine tient sans doute dans une grande mesure à un incident survenu l'année précédente. Le Prince Henri de Prusse, au retour d'un voyage aux Etats-Unis, avait en effet voulu adresser du milieu de l'Atlantique un message de courtoisie au Président Théodore Roosevelt, mais la station côtière avait refusé ce message sous le prétexte que l'installation radio du navire n'était pas de la même fabrication que ses propres appareils. La liberté de la correspondance fut certainement l'une des grandes questions débattues à la Conférence préliminaire de Berlin à laquelle A. S. Popov était l'un des principaux délégués russes.

Neuf pays, dont les Etats-Unis, se réunirent donc à Berlin en 1903 pour aborder l'étude d'une réglementation internationale des communications radiotélégraphiques. L'une des raisons, sinon la principale, de la réunion de cette conférence préliminaire était de contrecarrer la tentative de Marconi de monopoliser les radiocommunications ce qu'on appelait alors le « marconisme ». Pour établir ce monopole, Marconi avait donné l'ordre à ses opérateurs de n'échanger de trafic qu'avec des stations où se trouvaient des agents de sa compagnie, et c'est cette action d'une société privée qui avait soulevé une très vive opposition.

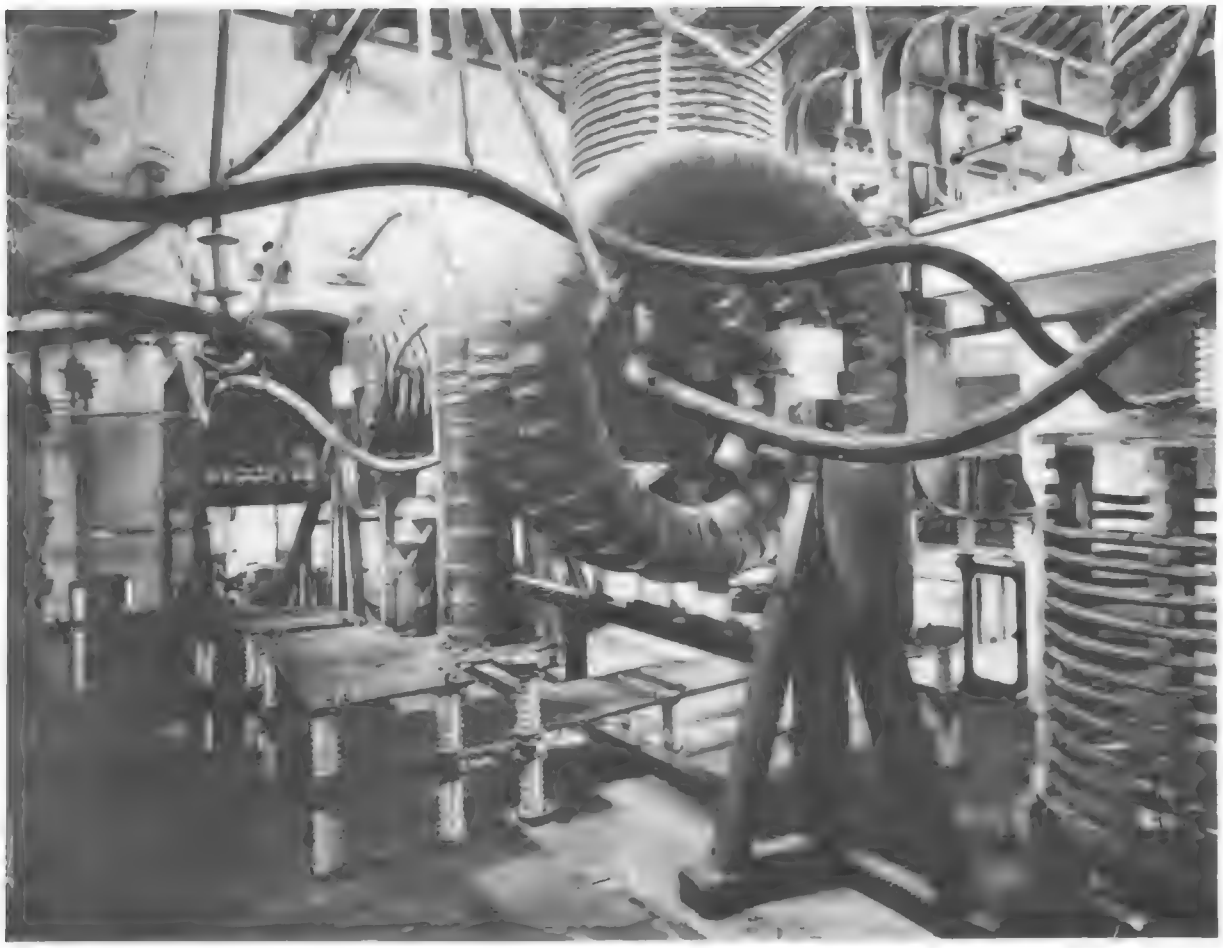
Le protocole final de la Conférence préliminaire de Berlin, signé par sept des pays participants, l'Italie et la Grande-Bretagne s'étant abstenues, stipulait que: «les stations côtières sont tenues de recevoir et de transmettre les télégrammes originaires ou à destination des navires en mer sans distinction des systèmes de télégraphie sans fil employés par ces derniers». Malgré l'état embryonnaire dans lequel se trouvait la radio en 1903, ce principe, ainsi que d'autres figurant dans le protocole final, constitua le fondement de la réglementation des radiocommunications.

Pour la Conférence suivante, tenue également à Berlin en 1906 avec la participation de 29 pays, et qui fut à proprement parler la première conférence radiotélégraphique internationale, le Gouvernement allemand avait établi un projet de convention et de règlement détaillé. La Convention radiotélégraphique, calquée sur celle de la Conférence télégraphique internationale de Saint-Pétersbourg (1875) qui avait prouvé son efficacité, fut aisément adoptée et toutes les conférences ultérieures la prirent pour base de leurs travaux. Quant au Règlement radiotélégraphique, la Conférence l'adopta en tant qu'annexe à la Convention, suivant encore ici l'excellent exemple fourni par les conférences télégraphiques.

169

169 *Les délégués à la Conférence préliminaire de la télégraphie sans fil (Berlin, 1903).*

170 *Une partie de l'équipement de la station à grande puissance de Marconi, située à Caernarvon (Galles du Nord) qui, le 22 septembre 1918, transmit le premier message radiotélégraphique direct de Londres en Australie.*



170

De même qu'en 1903, les débats de la Conférence de 1906 portèrent principalement sur l'obligation pour les stations utilisant des installations différentes d'échanger du trafic. L'Italie et la Grande-Bretagne maintinrent leur opposition, et le délégué allemand révéla que la Compagnie Marconi avait passé, en 1903, un contrat avec le Gouvernement britannique et conclu l'année suivante un accord avec le Post Office, qui l'autorisaient à percevoir une surtaxe au cas où ce gouvernement adhérerait à une convention internationale fondée sur le protocole final de 1903. Le délégué britannique tenta de faire adopter internationalement ce système de surtaxe, mais sa proposition fut rejetée en commission et ne revit jamais le jour.

La Conférence autorisa néanmoins certaines stations côtières, d'exploitation particulièrement onéreuse, à percevoir une taxe supérieure au maximum convenu, mais ce privilège était réservé aux stations dont la portée de service dépassait 800 km. D'autres dispositions intéressantes de la Convention de Berlin imposaient aux nations contractantes l'obligation de relier leurs stations côtières au réseau télégraphique international, de donner une priorité absolue à toutes les communications de détresse et d'éviter les brouillages dans la mesure du possible. La Conférence de Berlin décida également que le Bureau de l'Union télégraphique internationale à Berne serait l'organe administratif central de la conférence radiotélégraphique. La Convention entra en vigueur le 1er juillet 1908 pour « une durée indéterminée ».

Néanmoins, les principaux travaux de la Conférence de Berlin et de toutes les conférences radiotélégraphiques ultérieures portèrent sur des questions de caractère plus technique, tout particulièrement sur les attributions de fréquence. Le Règlement de 1906 fixait deux fréquences (1000 et 500 kHz) pour la correspondance publique dans le service maritime; les fréquences inférieures à 188 kHz étaient réservées aux émissions à grande distance des stations côtières. La gamme comprise entre 188 et 500 kHz était attribuée aux «services non ouverts à la correspondance publique », en d'autres termes aux stations de l'armée et de la marine. Tous les renseignements sur les stations, tels que fréquences, horaires d'exploitation, indicatifs d'appel et caractéristiques du matériel devaient être communiqués au Bureau de Berne.

Le Règlement décrivait la procédure à suivre pour les communications radiotélégraphiques entre les navires et les stations côtières; il donnait à celles-ci la priorité pour les émissions et le droit de fixer l'ordre de transmission des messages émis par les navires. Il définissait également des normes techniques; bien que le choix des appareils fût absolument libre, on devait se conformer aux progrès scientifiques et techniques. Les stations devaient posséder une licence délivrée par le gouvernement du pays dont elles relevaient, et les opérateurs devaient être titulaires de certificats, attestant qu'ils étaient capables de transmettre et de recevoir des messages à une vitesse d'au moins 20 mots à la minute.

MARCONIGRAM

NEW YORK, MARCH 1st, 1920

GODFREY C. ISAACS,

MANAGING DIRECTOR,

MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LIMITED

LONDON.

MAY THIS FIRST MESSAGE WHICH OPENS COMMERCIAL WIRELESS SERVICE

BETWEEN AMERICA AND ENGLAND MARK AN EPOCH IN HISTORY FROM WHICH

THE ACHIEVEMENTS OF THE FUTURE SHALL DATE. COMMUNICATION IS

THE LEVERAGE WHICH SHALL LIFT THE WORLD TO BETTER UNDERSTANDING

AND THUS LEAD TO CLOSER TIES OF FRIENDSHIP BETWEEN ALL NATIONS.

IT IS THE MISSION OF OUR RESPECTIVE COMPANIES TO BE SYNONYMOUS

AND IMPROVE THE WIRELESS SERVICE THAT DISTANCE SHALL BE MADE

ENGINEERING AND COMMUNICATION PRACTICALLY INSTANTANEOUS.

BE 1 12 01 Am

DAVID SARNOFF

PRESIDENT, RADIO CORPORATION OF AMERICA

171

Enfin, le Règlement imposait le nouveau signal de détresse $\overline{SOS}$ (--- — — — ---). La signification de ces trois lettres et celle du signal de détresse antérieurement utilisé CQD a donné lieu à de nombreuses interprétations. En réalité, CQ était le signal d'appel général utilisé à cette époque, et on lui avait ajouté la lettre D pour marquer l'urgence en cas de détresse. Certains virent dans CQD une abréviation de «Come Quick, Danger», de même que d'autres traduisirent $\overline{SOS}$ par « Save Our Souls ».

En fait, l'origine du $\overline{SOS}$ est beaucoup plus prosaïque. Les navires allemands avaient toujours utilisé le signal d'appel $\overline{SOE}$. La situation de l'Allemagne, pays hôte de la Conférence de 1906, donna du poids à sa demande d'adopter ce même signal pour les appels de détresse. Mais la lettre E, dans le code Morse, n'est pas très satisfaisante car elle se traduit par un simple point. A la suite de débats animés, le signal $\overline{SOS}$ fut finalement adopté pour sa simplicité qui en faisait un groupe facile à retenir. Il devait être écrit et transmis de façon continue sous la forme $\overline{SOS}$ $\overline{SOS}$... du fait que ses lettres n'ont aucune signification en elle-même.

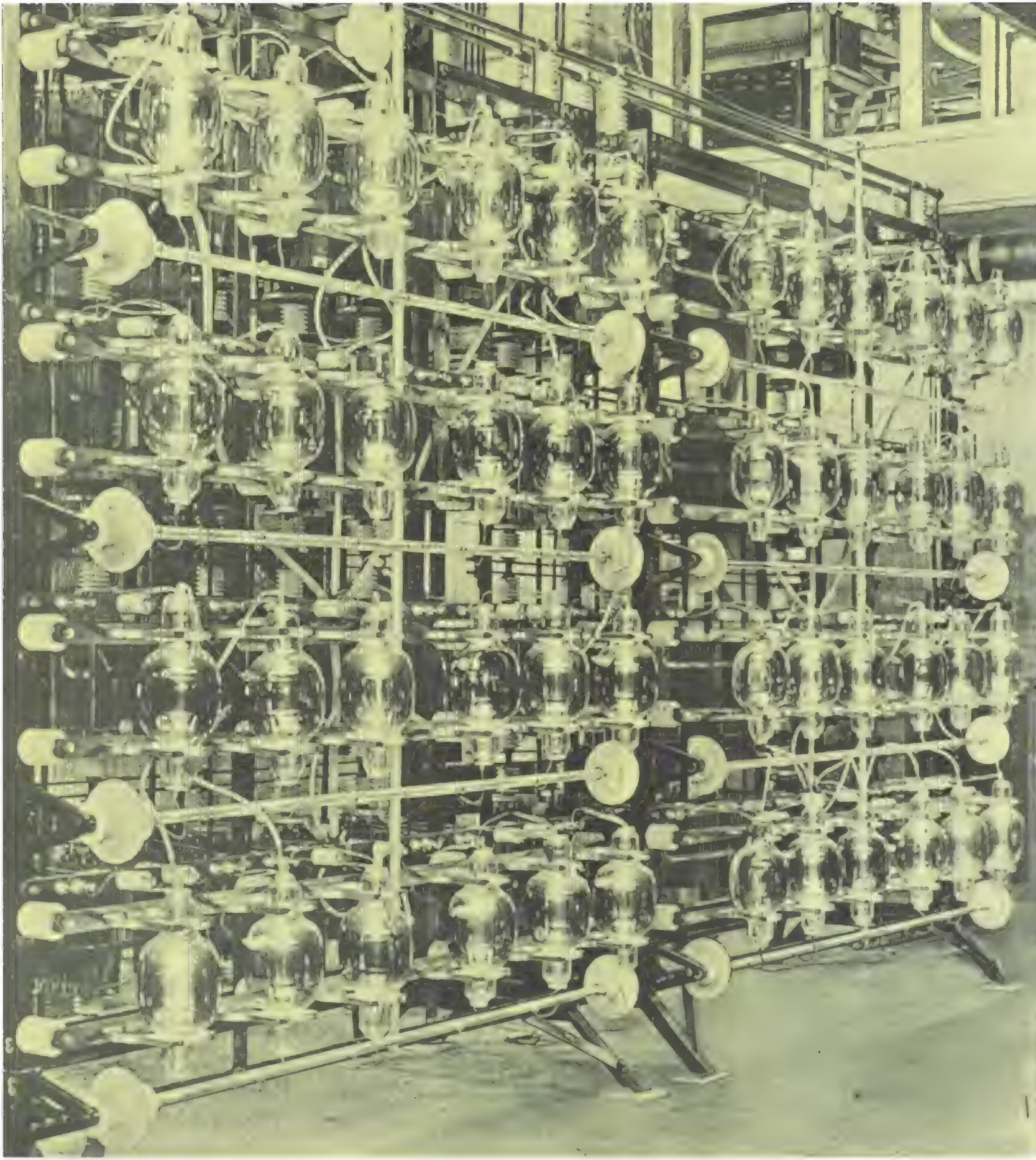
Toutefois, malgré son adoption par la Conférence de 1906, le $\overline{SOS}$ ne fut utilisé universellement qu'au bout de plusieurs années et nous avons déjà vu que lors du désastre du *Titanic* en 1912, les signaux CQD et $\overline{SOS}$ furent émis tous deux par le paquebot en détresse.

La conférence radiotélégraphique suivante, tenue à Londres en 1912, eut pour origine les progrès scientifiques incessants des radiocommunications. D'après le Bureau de Berne, il existait alors 479 stations côtières, dont 327 ouvertes à la correspondance publique et 2752 stations de navire dont 1964 ouvertes à la correspondance publique, les autres relevant évidemment des autorités maritimes. A l'époque, quelques aéronefs et quelques dirigeables étaient déjà équipés d'installations de T.S.F. mais les délégués estimèrent qu'il était prématuré de prendre des dispositions officielles à ce sujet. La marine était toujours au premier plan de leurs préoccupations, d'autant plus que le naufrage du *Titanic* était encore un événement tout frais dans leurs mémoires.

Une conséquence immédiate de cet état de choses fut que l'on parvint à régler le vieux problème, jusqu'alors insoluble, de l'obligation pour les navires de communiquer entre eux, quel que fût le constructeur de leur installation de T.S.F. C'est en effet au cours de la Conférence de Londres, et avant l'entrée en vigueur de la nouvelle Convention, que la Compagnie Marconi annonça qu'elle avait donné pour instructions à ses opérateurs de « communiquer avec tous les navires, sans distinction du système de télégraphie sans fil employé par eux ».

Nombre de sujets importants furent discutés à Londres. La Conférence n'arriva cependant pas à imposer l'obligation de doter les navires d'une installation de télégraphie sans fil car on estimait encore qu'une telle mesure empiétait sur la juridiction nationale des divers pays. La question de la veille continue donna lieu également à des débats

171 Le premier message radiotélégraphique commercial transmis d'une rive à l'autre de l'Atlantique (1er mars 1920).

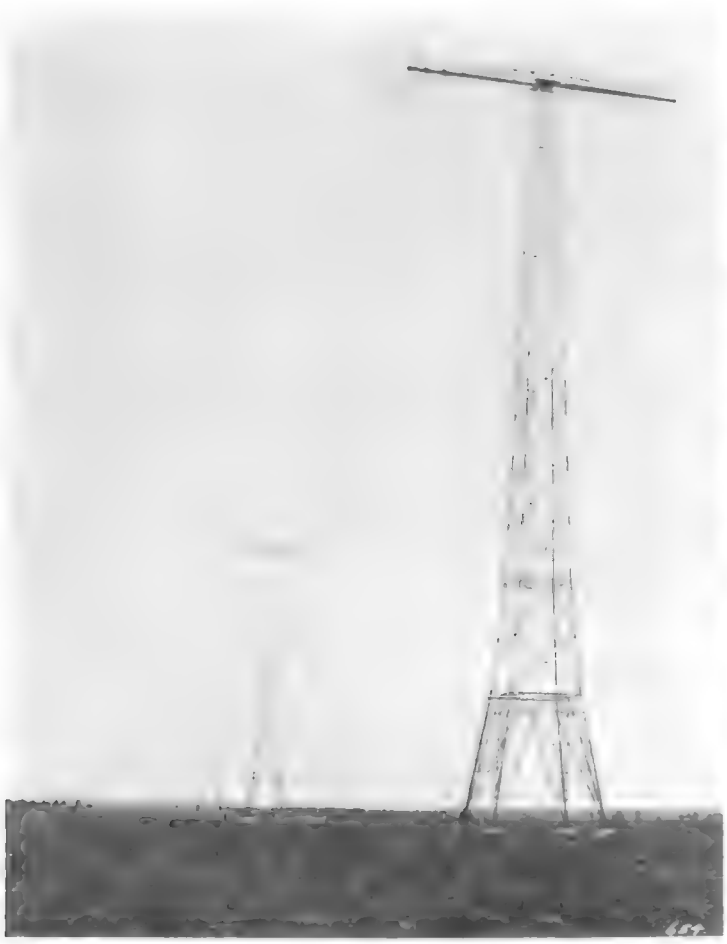


172

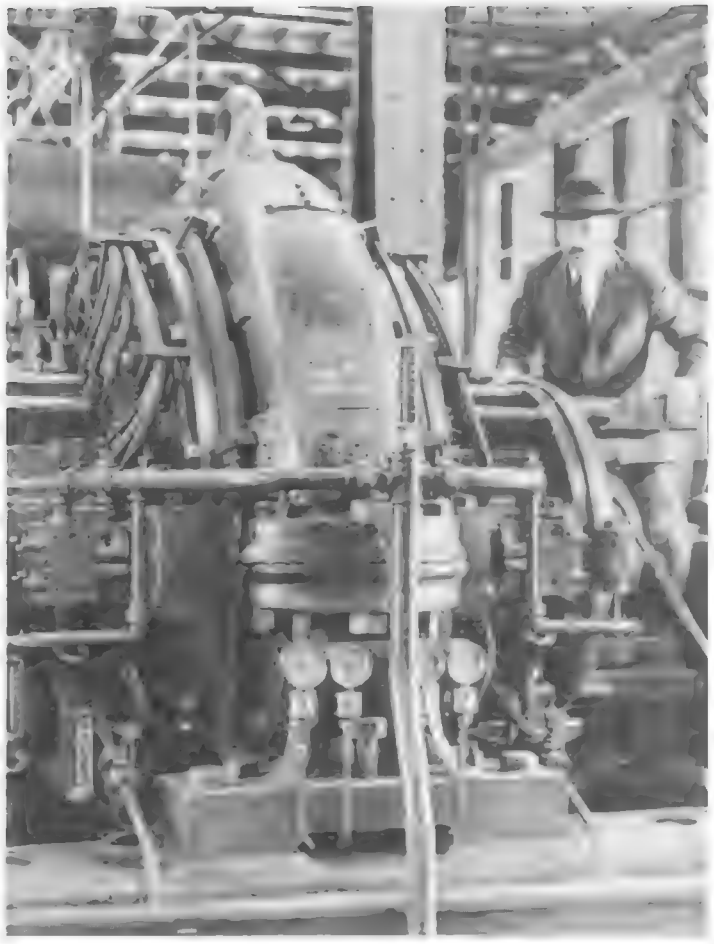
172 *Le panneau des lampes de la station de Caernarvon (Galles du Nord), en 1923. Cette station, construite par Marconi, fut la première à employer des lampes d'émission de grande puissance.*

173 *Antennes Alexanderson à réglage multiple (ondes myriamétriques). Station de Rocky Point, 1924.*

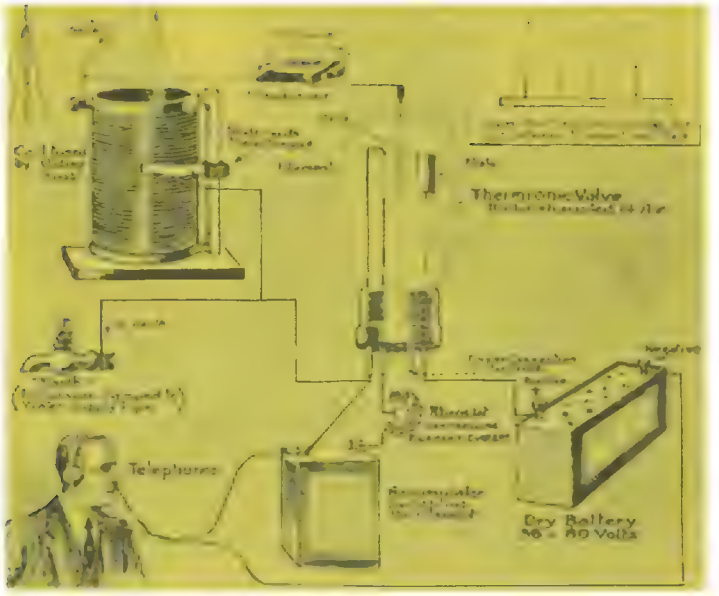
174 *Alexanderson auprès de son alternateur (longueur d'onde de 16 465 à 17 500 m), installé à Rocky Point en 1924 par la R.C.A.*



173



174



175

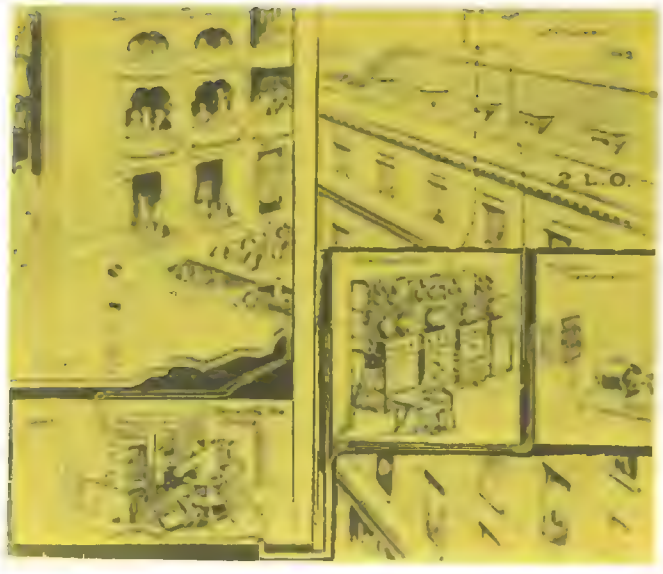
animés et l'on décida à ce propos de classer les navires munis d'une installation radio en trois catégories: ceux qui assuraient un service permanent, ceux qui assuraient un service restreint, et ceux qui n'avaient pas de vacations à heure fixe. Pour les stations de la première catégorie, il était inutile d'imposer des heures de veille, mais celles de la deuxième catégorie furent tenues de rester à l'écoute des signaux de détresse pendant les dix premières minutes de chaque heure, en dehors de leurs vacations régulières. Les stations côtières se voyaient de leur côté imposer une période de silence, trois minutes à la fin de chaque quart d'heure, de façon à pouvoir surveiller les appels de détresse.

La Conférence de Londres remania d'autre part les attributions de fréquence. Les fréquences 500 et 1000 kHz étaient maintenues, mais avec une préférence pour la première d'entre elles. Les petits navires incapables d'émettre sur cette fréquence étaient autorisés à utiliser la fréquence 1000 kHz, mais devaient quand même être en mesure de recevoir les émissions sur 500 kHz.

Trois nouveaux services auxquels aucune fréquence n'avait encore été attribuée furent alors introduits: celui des radiophares, celui des bulletins météorologiques et celui des signaux horaires. Les stations de radiophare pouvaient fonctionner sur toute fréquence supérieure à 2000 kHz tandis que les fréquences inférieures à 188 kHz étaient réservées aux bulletins météorologiques et aux signaux horaires. Les navires en mer pouvaient demander que des renseignements météorologiques leur soient transmis à titre onéreux. La Conférence décida de n'accorder qu'une priorité secondaire aux avis de tempête qui, selon certains délégués, auraient dû être transmis d'office à tous les navires; elle laissa aux divers pays le soin de prendre à ce sujet les dispositions leur convenant le mieux.

La question de l'acheminement des radiotélégrammes donna lieu à de nombreuses controverses. Les installations de bord étaient déjà plus puissantes, aussi semblait-il ridicule et bien trop onéreux d'acheminer par une station côtière intermédiaire puis par des lignes télégraphiques terrestres un message qui pouvait être transmis directement au pays de destination. On aboutit à un compromis selon lequel la règle générale qu'un navire doit transmettre ses messages à la station côtière la plus proche était maintenue, mais avec d'importantes dérogations. Un navire pouvait, par exemple, communiquer avec une station côtière relativement éloignée si son message était destiné à son pays d'origine. La Conférence attribua à cet usage la fréquence 167 kHz mais les navires ne pouvaient l'employer que sous la réserve de ne causer ainsi aucun brouillage et à condition de se trouver à au moins 50 milles marins, soit 92,5 km, de toute autre station côtière.

Telle était donc la situation dans les années qui précédèrent la guerre de 1914. A l'époque de la Conférence suivante, qui réunit à Washington, en 1927, les délégués de 80 pays, trois grands progrès scientifiques avaient été réalisés dans le domaine des radiocommunications, dont le plus important était probablement la diffusion par radio



176

de messages et non plus leur simple transmission d'un point à un autre. Les deux autres étaient le développement des liaisons avec les avions en vol et l'extension du spectre des fréquences aux bandes d'ondes courtes, de 3000 kHz et au-dessus, ce remarquable succès étant dû aux travaux des amateurs à qui avait été refusé le droit d'utiliser toute autre bande de fréquences. La lutte pour les fréquences, qui allait se poursuivre durant des années, devenait une affaire sérieuse.

Nous exposerons dans un chapitre ultérieur le rôle joué par la radio et les autres moyens de télécommunication au cours des conflits qui eurent lieu depuis la fondation de l'Union télégraphique internationale en 1865.

On peut bien dire que la Conférence de Washington fut la première conférence des télécommunications vraiment moderne. Outre les 80 pays représentés, 64 compagnies privées, organisations de radiodiffusion et organismes internationaux intéressés aux radiocommunications y participèrent à titre consultatif. M. Herbert Hoover, secrétaire au Commerce des Etats-Unis, présida la Conférence et, sur la proposition de la délégation américaine, une nouvelle règle de procédure fut adoptée: « Le français est la langue officielle de la conférence. Toutefois, à la demande de l'administration invitante et à titre de mesure exceptionnelle, l'anglais peut être utilisé au cours des débats. Les délégations sont invitées à faire usage de ce privilège avec discrétion». Cette mesure était une vraie révolution, car le français, de tout temps langue diplomatique, avait toujours été la langue officielle de l'Union télégraphique internationale, de son Bureau de Berne et des conférences radiotélégraphiques. Les langues officielles de l'Union sont aujourd'hui, dans l'ordre alphabétique: l'anglais, le chinois, l'espagnol, le français et le russe; l'anglais, l'espagnol et le français sont les trois langues de travail. Néanmoins, la Convention en vigueur stipule que « en cas de contestation, le texte français fait foi ».

La Conférence de Washington fut saisie de près de 2000 propositions, et la rédaction du texte français de la nouvelle Convention radiotélégraphique, composée de 24 articles, exigea 9 séances plénières et 156 séances de commissions et sous-commissions. Le nouveau Règlement radiotélégraphique comportait 34 articles et 8 appendices. Il était accompagné d'un Règlement additionnel consacré aux questions de taxes radiotélégraphiques et de comptabilité internationale, et comportant 6 articles et un appendice, mais qui ne fut pas signé par les Etats-Unis, le Canada ni le Nicaragua, car, dans ces pays, les radiocommunications étaient exploitées par des compagnies privées.

Sans doute l'acte le plus important de la Conférence de Washington fut de créer un Comité consultatif international chargé, dans le domaine radio, d'un mandat semblable à celui d'autres comités s'occupant de questions télégraphiques et téléphoniques et dont nous parlerons plus en détail dans un chapitre ultérieur. L'un des principaux rôles du nouveau *Comité consultatif international technique des communications radioélectriques* était d'entreprendre

175 *Les principes de la radiodiffusion mis à la portée de tous. On voit ici la partie centrale d'un récepteur à lampes (1923).*

176 *Les principes de la radiodiffusion mis à la portée de tous. On voit ici la station 2LO, qui fut la première station d'émission de radiodiffusion en Angleterre. Cette station devint plus tard la British Broadcasting Company qui prit en 1927 le nom de British Broadcasting Corporation.*

177 *Le studio de la station de Königswusterhausen où, en 1923, la Deutsche Reichspost donnait chaque semaine ses «concerts du dimanche».*

178 *En juillet 1920, dans les usines de Chelmsford de la Compagnie Marconi, le ténor danois Lauritz Melchior chante pour la radiodiffusion, deux ans avant la naissance de la British Broadcasting Company. Le mois précédent, la célèbre Melba avait donné un concert radiodiffusé à partir du même studio improvisé.*

177

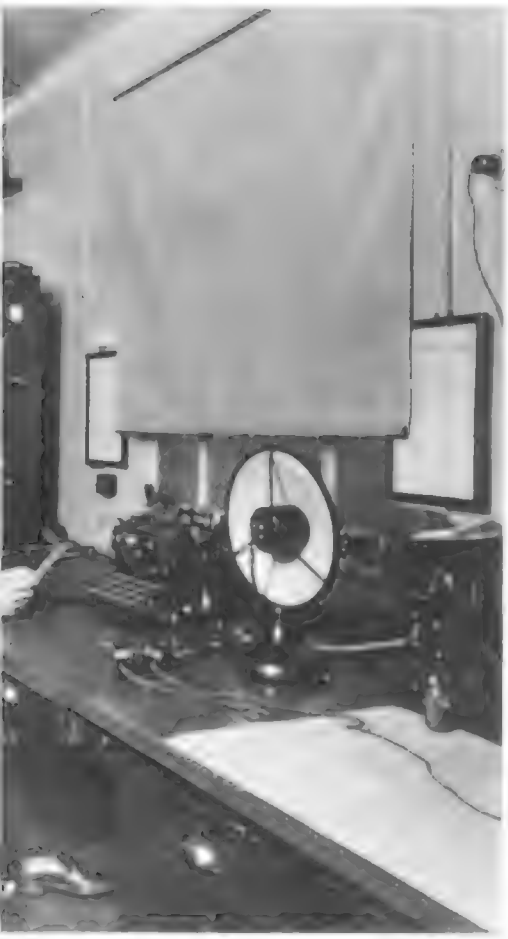
179 *Le premier discours radiodiffusé d'un président des Etats-Unis. C'était le 30 mai 1922, jour où le Président Harding inaugura à Washington le monument à la mémoire de Lincoln. Habilement dissimulé dans une boîte dont la couleur s'harmonisait avec le marbre des colonnes, le microphone s'aperçoit sur les marches du monument. C'est la Marine américaine qui avait organisé l'émission.*

178

179

180

181



182

180 *Un récepteur de radiodiffusion allemand de 1923 (modèle appelé «le train express»). De gauche à droite: amplificateur H.F., récepteur, amplificateur B.F.*

181 *Le studio N° 1 de la B.B.C. à Savoy Hill (Londres) en mars 1928.*

182 *L'une des ancêtres des stations de radiodiffusion américaines d'aujourd'hui. Le matériel remonte aux environs de 1920. A part quelques annonces parlées de temps en temps, cette station n'émettait guère que de la musique enregistrée.*

183 *Dès le mois de mars 1923, on avait essayé d'équiper des wagons-restaurants de l'express Londres-Liverpool pour recevoir les concerts radiodiffusés. Le récepteur était un appareil Marconi à six lampes; la réception était satisfaisante jusqu'à 80 km de Londres.*

183

des études et d'émettre des avis, allégeant ainsi le fardeau représenté par les études techniques extrêmement détaillées qu'il avait fallu faire pendant la session de la conférence. Une autre mesure essentielle fut l'élaboration, pour la première fois, d'un tableau de répartition des bandes de fréquences entre les divers services.

La Conférence de Washington imprima également un nouveau caractère aux dispositions techniques contenues dans le Règlement. Les conférences précédentes avaient surtout mis l'accent sur la réglementation du trafic et sur les normes techniques minimales permettant de mettre sur pied un système de communications internationales efficaces. On se rendit compte à Washington qu'il était temps de restreindre sérieusement l'emploi de certains appareils désuets, les appareils à étincelles, et de diviser le spectre des fréquences de la façon qui réponde le mieux à des besoins sans cesse plus nombreux.

La Conférence de Washington n'accepta pas de proscrire les appareils à étincelles. Cette mesure avait d'énergiques partisans, mais les milieux maritimes insistèrent pour le maintien de ce vieux matériel en alléguant que, en cas d'urgence, on pouvait en confier le maniement même à des marins non expérimentés. Certes, les émissions à ondes amorties occupaient une large bande de fréquences, mais cela ne pouvait-il pas être un avantage pour les appels de détresse? Quoi qu'il en soit, la Conférence décida qu'aucun nouveau poste à ondes amorties ne serait plus monté à bord d'un navire ou d'un aéronef et que l'usage de ces ondes serait interdit à partir du 1er janvier 1930, sauf en ce qui concerne les émissions d'une puissance inférieure à 300 watts.

La répartition des fréquences du spectre radioélectrique tel qu'on le définissait et l'utilisait à cette époque — c'est-à-dire de 10 à 60 000 kHz — constitue un autre succès remarquable de la conférence. La tâche était hérissée de difficultés. Tout d'abord, on était en présence de nombreuses demandes mutuellement incompatibles, dont les unes revendiquaient la priorité d'utilisation d'une fréquence tandis que les autres se prétendaient fondées sur des raisons techniques. Il fallait en outre prévoir, dans la partie supérieure du spectre, de nouvelles attributions pour la radiodiffusion, les communications aéronautiques et les liaisons à grande distance. De plus, une fois le tableau d'attributions établi par la Commission technique, il restait encore des problèmes à résoudre. De quelle façon, en effet, pouvait-on déterminer les droits de deux parties en litige, dans les cas où une station existante changeait de fréquence ou lorsqu'une nouvelle station était mise en service dans une nouvelle bande? Certains suggérèrent de se référer au droit de priorité d'utilisation, mais il fut finalement décidé qu'en cas de brouillage nuisible irrémédiable, les deux gouvernements contractants devraient soumettre leur différend à un arbitrage. Malgré tous les efforts déployés dans ce sens, il se révéla impossible d'imposer dans la pratique le respect absolu du tableau de répartition des fréquences.

184 *Le cadran que porte ce disque en carton, publié par le* Radio Times *en 1934, servait à rappeler aux auditeurs les heures d'émission de leurs programmes préférés.*

185 *La première station à ondes longues de la B.B.C., Daventry 5XX, a été construite en 1925 et a régulièrement émis jusqu'en octobre 1934. Elle a été remise en service pendant la guerre et a cessé définitivement d'émettre le 4 juin 1945. Ci-contre l'émetteur vu d'en haut.*

185

La dernière décision que prit la Conférence de Washington fut d'arrêter la date et le lieu de sa prochaine réunion; elle suivit en cela le vœu exprimé par l'Union télégraphique internationale lors de la Conférence de Paris de 1925 de se réunir de nouveau à Madrid en 1932 afin de « fusionner la Convention télégraphique internationale avec la Convention radiotélégraphique internationale ». Cette proposition reçut un accord unanime et l'on peut dire que la date du 25 novembre 1927 marque encore une étape capitale dans l'histoire des télécommunications internationales.

186

186 *Les délégués à la Conférence radio-télégraphique internationale de Washington (novembre 1927) examinent le laboratoire radio mobile du National Bureau of Standards. Ce laboratoire était destiné aux mesures de champ et d'évanouissements sur tout le territoire des Etats-Unis.*

Madrid — 1932

La treizième Conférence télégraphique internationale et la troisième Conférence radiotélégraphique internationale se réunirent ensemble à Madrid en 1932.

Comme chacune des deux Conférences représentait une entité juridique distincte, il leur fallut constituer diverses commissions mixtes, notamment une « Commission mixte de la Convention ». Les règlements intérieurs qu'elles adoptèrent étaient à tous égards identiques; toutes les questions devaient être tranchées par un vote à la majorité et, en cas d'égalité des voix sur une proposition, on considérait celle-ci comme rejetée. Trois problèmes le vote, la langue de la Conférence et le nouveau nom à donner à l'Union — prêtèrent à controverse, mais des solutions de compromis furent finalement trouvées.

La Conférence dressa une liste des pays auxquels elle reconnut le droit de vote. La langue française fut utilisée pendant toute la conférence, au cours des débats et pour la rédaction des actes finals, et un groupe d'interprètes fournis par la délégation des Etats-Unis fut chargé de les traduire en anglais. En ce qui concerne le nouveau nom de l'Organisation, certains voulaient que le mot « télégraphique » y fût conservé; d'autres estimaient que l'on devait y mentionner chacun des trois moyens de télécommunications; c'est finalement par souci de brièveté que l'on s'entendit sur l'appellation d'Union internationale des télécommunications, laquelle n'a pas changé depuis lors. Rappelons à ce sujet que le mot « télécommunications » fut introduit dans la langue française au début du 20e siècle par Edouard Estaunié, membre de l'Académie française, alors Directeur de l'Ecole Supérieure des Postes et Télégraphes à Paris.

Le nouveau terme « télécommunication » a été défini à Madrid de la façon suivante: « Toute communication télégraphique ou téléphonique de signes, de signaux, d'écrits, d'images et de sons de toute nature, par fil, radio ou autres systèmes ou procédés de signalisation électriques ou visuels (sémaphores) ». En comparant avec la définition actuelle, on peut se rendre compte que, dès sa création, ce concept a été bien déterminé. De nos jours, une télécommunication est en effet définie comme: «Toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques ».

Ce n'est pas sans de nombreuses discussions que l'on parvint à se mettre d'accord sur le texte de la nouvelle Convention unique couvrant tous ces domaines techniques. Les délégués des nombreux pays venus à Madrid disposaient toutefois d'un excellent projet établi par M. Boulanger, vice-directeur du Bureau de Berne; ce projet servit de base de discussion et de travail pour la rédaction du texte définitif de la Convention. Celle-ci fut signée le 9 décembre 1932 par les quatre-vingts pays présents, à l'exception d'un seul qui n'avait apparemment pas reçu les pouvoirs nécessaires. Quant aux pays non signataires des Règlements annexés à la Convention, ils furent au nombre

187 *La première liaison sur ondes décimétriques fut celle, réalisée en 1932 par Marconi, entre le Vatican et Castel Gandolfo, résidence d'été des papes, sur une distance d'une vingtaine de kilomètres. On voit ici le réglage de l'antenne directive du Vatican au cours d'essais sur la fréquence 600 MHz.*

188 *A quel supplice seront soumises les demoiselles du téléphone une fois que Marconi aura installé sa liaison radiotéléphonique d'un bord à l'autre de l'Atlantique (caricature de 1920).*

187

188

de quatre pour le Règlement général des radiocommunications, trois pour le Règlement additionnel des radiocommunications, quatre pour le Règlement télégraphique et douze pour le Règlement téléphonique.

La nouvelle Convention avait de nombreux points communs avec la Convention télégraphique internationale à laquelle on avait ajouté un chapitre consacré aux radiocommunications; ce chapitre comportait six articles concernant l'intercommunication, les brouillages, les appels de détresse, les signaux de détresse faux ou trompeurs, le service restreint et les installations des services de défense nationale. La Conférence de Madrid a réalisé une grande tâche non seulement en établissant et en adoptant cette Convention unique, mais aussi en obtenant que les Etats-Unis y adhèrent pour rendre la nouvelle Union véritablement internationale. Là encore, l'Union a conservé ce caractère et le nombre de ses membres a augmenté régulièrement au cours des années qui ont suivi.

Lorsqu'on se reporte à cette Conférence de Madrid et à celle qui a eu lieu ensuite au Caire en 1938, on se rend compte que les discussions politiques et les compromis auxquels elles ont abouti sont finalement moins impressionnants que la réussite des experts techniques qui ont su faire suivre à la coopération internationale le rythme sans cesse accéléré du progrès scientifique. La radiodiffusion était déjà une activité mondiale de la plus grande importance sociale. L'emploi des ondes courtes, dont les amateurs avaient donné l'exemple et qui s'était ensuite répandu dans nombre de stations commerciales et gouvernementales, avait montré qu'il suffisait d'une faible puissance d'émission pour pouvoir communiquer avec n'importe quel point du globe.

En 1934, le paquebot français *Normandie* était déjà équipé d'un dispositif qui préfigurait le radar. Dès 1936, la télévision avait quitté le laboratoire; depuis cette année-là jusqu'au début de la deuxième guerre mondiale, la British Broadcasting Corporation a assuré un service régulier d'émissions de télévision électronique à haute définition. En Allemagne, c'est en 1934 que la Reichsrundfunkgesellschaft et la Deutsche Reichspost ouvrirent un service régulier de télévision sur 180 lignes (et ensuite sur 441 lignes); en 1936, la première liaison publique de « vidéotéléphone » sur câble coaxial fut ouverte entre Berlin et Leipzig, puis étendue jusqu'à Munich deux ans après. En 1936, la Deutsche Reichspost transmit par télévision des images des XI^{e} Jeux olympiques qui eurent lieu à Berlin. En mars 1936, un groupe de savants britanniques, dirigé par R. Watson-Watt, montra que l'on pouvait repérer et suivre sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques un avion volant à une distance de 120 km. Naturellement, ces expériences de « radar » étaient ultra-secrètes.

Mais tel est le cours normal de l'histoire. Il s'écoule des années entre le moment où l'on procède à des expériences à échelle réduite et celui où se développent leurs applications industrielles ou militaires et ce n'est que lorsque celles-ci sont largement répandues dans divers pays qu'apparaît la nécessité de la coopération internationale. Le seul élément qui ait varié depuis le siècle dernier, c'est la durée qui sépare les premières expériences du moment où se manifeste

189

la nécessité de la coopération internationale. Pour la télégraphie, cette durée a été d'une vingtaine d'années; pour la téléphonie, d'une dizaine d'années; pour la radio, de cinq ans seulement; et nous venons de voir que dans le domaine des communications par satellites, elle a été réduite à un an ! Mais aux environs de 1930, le rythme du progrès n'était pas aussi rapide qu'aujourd'hui et c'est pourquoi les experts réunis aux Conférences de Madrid et du Caire n'eurent pas encore trop de difficultés pour répartir la totalité du spectre des fréquences entre les services utilisateurs. Dix ans plus tard, à la Conférence d'Atlantic City en 1947, ce même problème était devenu beaucoup plus difficile.

A la Conférence radiotélégraphique de Washington (1927), c'est la bande des fréquences comprises entre 150 et 1 500 kHz qui avait été la plus difficile à attribuer. Bien que la découverte des possibilités des ondes courtes eût ouvert de vastes et nouvelles perspectives, le développement rapide de la radiodiffusion et du service aéronautique suscita à Madrid de nouvelles demandes dans les bandes d'ondes longues et moyennes, soit approximativement entre 150 et 3 000 kHz. Les besoins en fréquences pour le service aéronautique avaient été présentés par l'Association du transport aérien international (IATA) et par la Commission internationale de la navigation aérienne (CINA). Quant à la radiodiffusion, les pays qui souhaitaient disposer de fréquences supplémentaires pour ce service s'étaient adressés à l'Union internationale de radiodiffusion (UIR) laquelle s'était efforcée d'aménager toutes leurs demandes dans un plan global qu'elle avait soumis à la conférence. Les services maritimes n'ayant présenté aucune demande à la Conférence de Madrid, on doit bien en conclure que les attributions faites cinq ans plus tôt à Washington correspondaient à leurs besoins; toutefois, ils défendirent avec la plus grande énergie les bandes qui leur avaient été alors attribuées.

Un autre facteur compliqua la tâche des délégués à la Conférence de Madrid: l'existence de stations de radiodiffusion fonctionnant en dérogation au tableau de répartition. L'une des raisons de cet état de choses tenait à ce que l'Union soviétique, qui n'avait pas été invitée à la Conférence de Washington, n'était liée que par le Règlement radiotélégraphique de Berlin qui remontait à 1912. Elle n'avait donc aucune obligation, pas même morale, de respecter le tableau de répartition établi à Washington. L'Union internationale de radiodiffusion avait dressé une liste qui révélait l'existence, en Europe, de trente-deux stations de radiodiffusion hors bande. Il y avait naturellement des plaintes fréquentes concernant des brouillages et, à la Conférence de Madrid, tout le problème de l'attribution des fréquences fut confié à la Sous-commission de la Commission technique chargée d'étudier les questions relatives aux ondes moyennes et longues.

On trouva finalement une solution en recourant à deux expédients. La bande de fréquences la plus demandée était celle de 150 à 1 500 kHz. Or, la portée des fréquences de cette gamme n'est pas mondiale, aussi décida-t-on de fixer dans cette bande des attributions non pas mondiales mais régionales: d'une part pour la région européenne,

189 *Modèle d'un radiophare à deux faisceaux utilisé en juin 1926 pour guider les avions.*

190-191 *La première installation mondiale de communications commerciales par hyperfréquences est celle qui fut montée en 1931 par des filiales de l'International Telephone and Telegraph Corporation sur les deux rivages de la Manche. On voit sur la photographie de gauche, l'antenne de la station terminale de Calais, et sur celle de droite, l'antenne correspondante située aux environs de Douvres.*

190 191

192

d'autre part pour le reste du monde. Ensuite, on décida de convoquer une conférence européenne de radiodiffusion avant l'entrée en vigueur du Règlement général des radiocommunications de Madrid, de façon à pouvoir assigner les fréquences disponibles de façon bien plus rationnelle. Une fois résolus les problèmes posés dans ces bandes, le reste du tableau de répartition ne souleva guère de difficultés; sa limite supérieure, qui était auparavant de 22,3 MHz, fut portée à 28 MHz.

Soucieuse d'améliorer la qualité des transmissions, la Conférence de Madrid établit pour la première fois un tableau des tolérances de fréquence et un tableau des largeurs de bande admissibles. Elle prit une autre mesure importante en décidant d'imposer l'enregistrement de la fréquence de toute station de radiocommunication nouvellement mise en service: l'administration intéressée devait notifier au Bureau international de Berne toutes les caractéristiques techniques du service prévu. Un délai de six mois ou, dans les cas urgents, de trois mois, devait s'écouler entre la notification de la nouvelle assignation et sa mise en service.

Le succès de la Conférence de Madrid entraîna donc la réunion de la Conférence de radiodiffusion européenne à Lucerne en 1933; une convention y fut signée, à laquelle était annexé un plan d'assignation des fréquences pour la radiodiffusion européenne. Bien que ce plan représentât un très remarquable travail, un certain nombre de pays participants formulèrent des réserves et ne signèrent pas la convention.

La Conférence de Madrid a également porté des fruits sur le continent américain. La première Conférence interaméricaine des radiocommunications s'est réunie à La Havane en 1937 et les seize Etats qui y étaient représentés instituèrent un Office interaméricain des radiocommunications et attribuèrent des fréquences à ce continent selon un système de division en trois zones. Cette conférence recommanda à l'U.I.T. d'établir un plan d'attribution des bandes comprises entre 30 et 300 MHz et prépara un projet à cet effet. Tenue un an seulement avant les Conférences du Caire, la réunion de La Havane fut pour les pays d'Amérique l'occasion de donner l'exemple d'un rare esprit de solidarité.

Les premières conférences administratives télégraphique, téléphonique et des radiocommunications organisées par la nouvelle U.I.T. se sont tenues au Caire en 1938. On y discuta du droit de vote et l'anglais y fut encore accepté comme langue supplémentaire. Mais la Conférence du Caire s'attacha surtout à poursuivre les travaux de celle de Madrid en matière d'attribution des bandes de fréquences. L'une des mesures les plus significatives qu'elle prit à cet égard fut de réserver pour les routes aériennes intercontinentales des fréquences de certaines bandes comprises entre 6 500 kHz et 23,38 MHz. Chaque fréquence était affectée à une route donnée, et l'on avait même prévu des fréquences pour des liaisons aériennes qui n'étaient pas encore en service, par exemple pour les lignes transatlantiques, encore inconnues à cette époque. Telle fut la première attribution de fréquences faite en prévision des besoins de

192 *Un appareil typique de radiotéléphonie dont on se servait en 1926 pour les liaisons entre les avions et le sol. Cet appareil était construit par le Signal Corps de l'armée américaine. On voit ici un ingénieur du National Bureau of Standards se servant de cet appareil pour communiquer avec le terrain d'aviation de College Park (Maryland).*

l'avenir et l'on est en droit de dire que cela constitua un sérieux progrès par rapport à la méthode suivie jusque-là, et qui revenait souvent à légaliser l'utilisation de fait des fréquences.

Lorsqu'elle en vint à l'attribution des fréquences au service de radiodiffusion, la Conférence du Caire se heurta aux difficultés habituelles pour aménager de nombreuses demandes nouvelles dans les voies disponibles. Comme à cette époque on venait de constater qu'il était préférable de réserver certaines bandes pour les émissions dans les régions tropicales, où les mauvaises conditions atmosphériques sont de règle, la conférence attribua à la radiodiffusion tropicale les trois bandes 2 300-2 500 kHz, 3 300-3 500 kHz et 4 770-4 965 kHz. L'Union internationale de radiodiffusion pria la conférence d'accorder une attribution supplémentaire de 950 kHz, qui constituait selon elle le minimum absolument nécessaire pour aménager toutes les stations en service, mais la conférence fut dans l'impossibilité de satisfaire à cette demande et, à titre de compromis, accorda au service de radiodiffusion une largeur de bande supplémentaire de 500 kHz.

On aboutit également à une solution de compromis pour la bande 7 200-7 300 kHz qui fut attribuée en partage au service d'amateur dans le continent américain et aux stations de radiodiffusion en Europe. Un tel partage ne devait pas créer beaucoup de brouillages, car la différence d'heure entre l'Amérique et l'Europe jouait en faveur des télécommunications internationales.

Le dernier problème que la Conférence du Caire eut à résoudre fut celui de l'attribution des bandes supérieures à 25 MHz. S'inspirant des suggestions faites l'année précédente par la Conférence interaméricaine de La Havane, elle décida d'attribuer la bande 25,6-26,6 MHz à la radiodiffusion et la bande 28-30 MHz aux amateurs. Quant aux bandes comprises entre 30 et 200 MHz, elles firent l'objet d'attributions régionales, et non mondiales; dans la région européenne, des bandes furent attribuées à la télévision, aux services aéronautiques, aux radiosondages, aux amateurs et à d'autres services fixes ou mobiles. La conférence prit aussi des mesures pour que les normes techniques applicables aux émetteurs fussent relevées, en rendant plus strictes les tolérances de fréquence et les largeurs de bande.

Enfin, la Conférence du Caire restreignit encore davantage l'utilisation des émetteurs à étincelles et ne les autorisa à utiliser que trois fréquences: 375, 425 et 500 kHz. Le Comité consultatif international des radiocommunications reçut de nouvelles responsabilités; il fut chargé d'étudier non seulement les « questions radioélectriques techniques » mais aussi des « questions d'exploitation ». Pour introduire plus d'équité dans la participation aux frais de ses réunions, on adopta le système des unités de contribution qui avait donné de si bons résultats à l'Union télégraphique internationale et l'on réduisit de cinq à trois ans l'intervalle séparant les Assemblées plénières du Comité. Dans l'ensemble, la Conférence du Caire a certainement effectué beaucoup de travail bien qu'en fait celui-ci ait naturelle-

193 *Sur l'aérodrome de Croydon, un avion de ligne des Imperial Airways, équipé d'un jeu complet de matériel Marconi (1935).*

194 *Les débuts de la T.S.F. à Ceylan, vers 1937. Les messages, transmis en Morse, étaient reçus au son et immédiatement recopiés par l'opérateur.*

195 *L'installation radio d'un avion de l'Imperial Airways (Empire Flying Boat) en 1937. On distingue au centre le cadre escamotable du radiogoniomètre, avec sa trappe et son volant de manœuvre.*

193

194

195

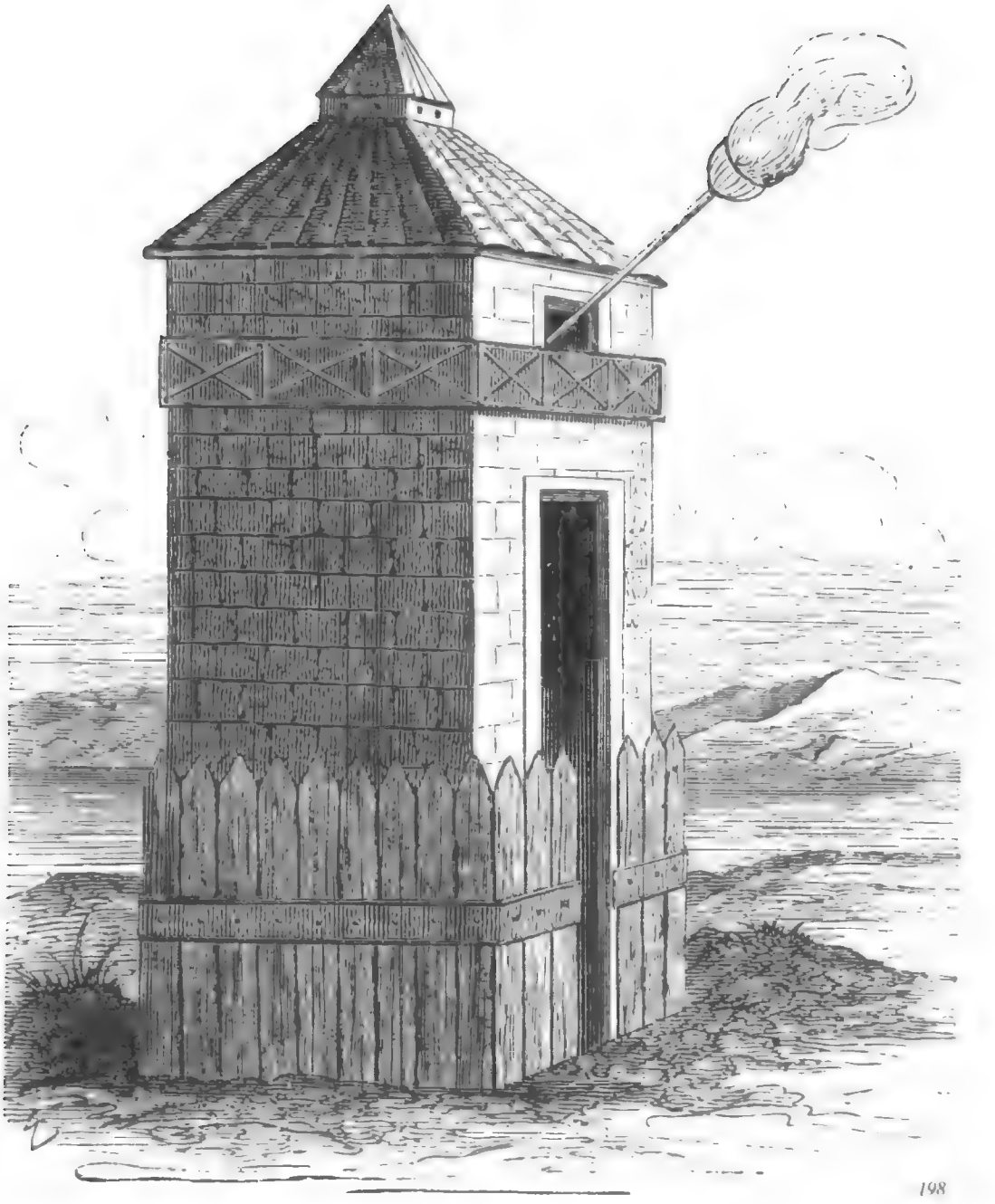
196 *Une des premières installations radio à bord d'un avion américain, le Consolidated PBY-1 (décembre 1937).*

197 *L'éclateur tournant de la fameuse station de Marconi, à Poldhu (Cornouailles). Photographie prise dans la nuit du 4 août 1914, tandis que l'émetteur transmettait aux navires un message annonçant la déclaration de guerre de l'Angleterre à l'Allemagne.*

196

197

ment été limité, dans le temps, à une période trop courte. Une seule autre conférence européenne de radiodiffusion devait encore se tenir avant la guerre, celle de Montreux en 1939; elle révisa la Convention de Lucerne et établit un nouveau plan d'assignation pour les pays qui y avaient participé. Puis en août 1939, tout comme en août 1914, presque tous les pays européens annoncèrent qu'à partir de telle date « toutes les licences autorisant l'installation de stations émettrices et réceptrices de télégraphie sans fil à des fins expérimentales étaient supprimées ». Le silence s'installait sur les ondes pour les amateurs: QRX pour six ans. Cependant, le reste du spectre des fréquences allait devenir d'une importance vitale pour tous les belligérants.


198

Les guerres: périodes de crise pour les télécommunications

Il nous faut faire une pause au milieu de notre histoire d'un siècle de fructueuse collaboration internationale dans le domaine des télécommunications. Les deux guerres mondiales de 1914-1918 et de 1939-1945 ont entraîné un arrêt si complet et si radical de cette collaboration que l'on peut s'émerveiller de ce que l'Union télégraphique internationale puis l'Union internationale des télécommunications aient l'une et l'autre survécu à ces deux catastrophes universelles.

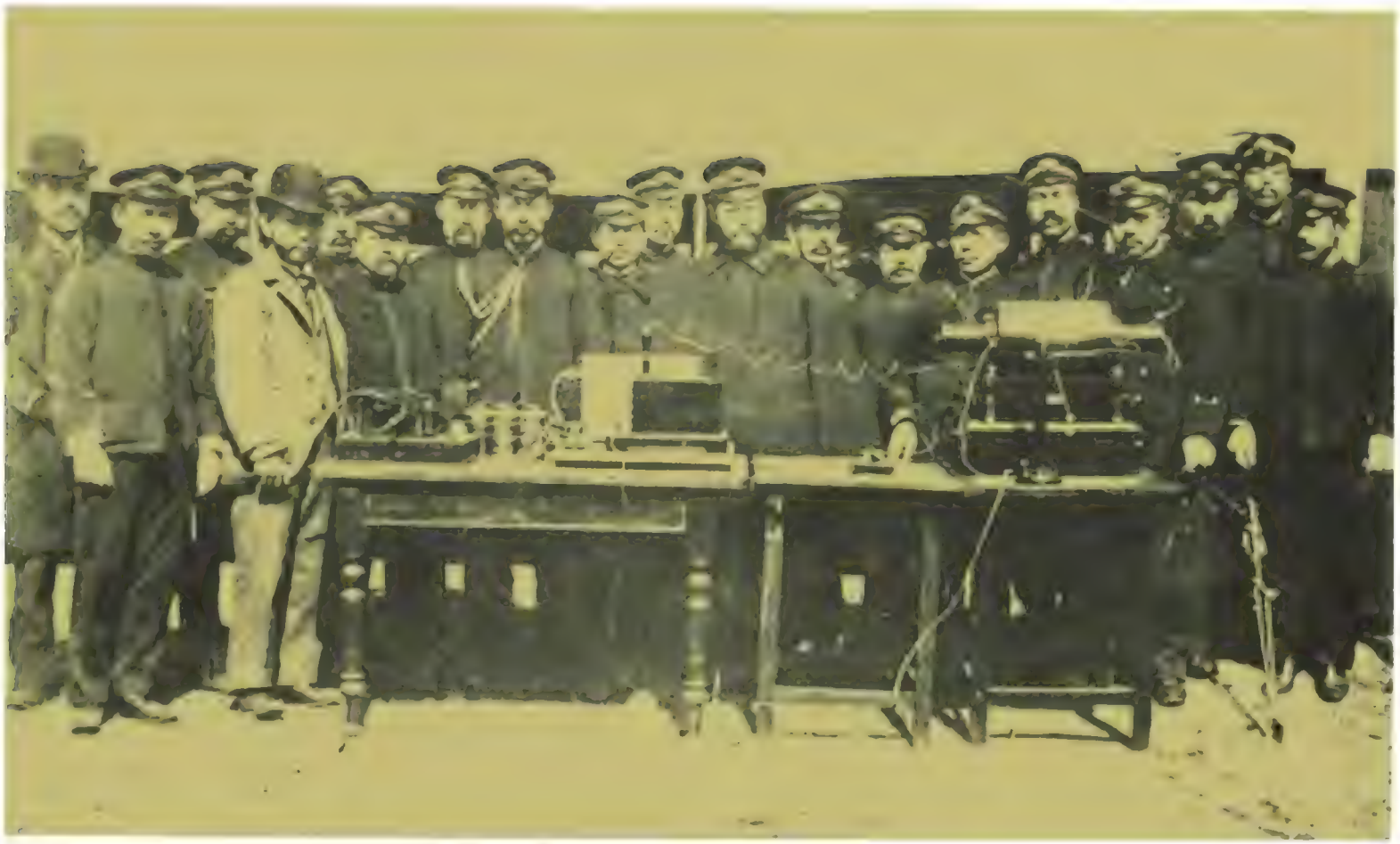
L'une des raisons essentielles de cette persistance de l'Union tient au fait que son Bureau était établi à Berne, en pays neutre, si bien qu'il a pu continuer ses travaux, à un rythme très réduit toutefois, pendant les deux guerres. Une autre raison, moins apparente peut-être, est que chacune de ces guerres a tellement stimulé les progrès scientifiques et leurs applications à la technique des télécommunications, la première en ce qui concerne la radiodiffusion et la fabrication des tubes en grande série, la seconde en ce qui concerne le radar et la télévision, que la coopération internationale est devenue encore plus impérieuse après les deux guerres qu'avant. Il a donc fallu prendre, après chaque guerre, des mesures urgentes non seulement pour rendre à la coopération internationale la place qu'elle avait auparavant, mais aussi pour la développer aussi vite et aussi complètement que possible.

Il ne fait guère de doute que les premiers messages transmis à grande distance, que ce soit à l'aide du tam-tam, de la fumée ou du sémaphore, étaient destinés à annoncer la paix ou la guerre. Dans l'Iliade, Homère parle des feux signalant l'approche d'une flotte amie venue aider les assiégés; et les Chinois, pendant le siège de Nankin au 6e siècle de l'ère chrétienne, utilisèrent des cerfs-volants garnis de lampes pour transmettre des signaux. Les feux d'alarme appelant l'Angleterre aux armes lorsque l'Armada espagnole remonta la Manche en 1588 constituent peut-être l'un des exemples les mieux connus de ce genre de télécommunication. Nous avons déjà dit que les sémaphores français et britanniques ont été créés pour transmettre des renseignements d'ordre militaire et naval. La guerre, plus que tout autre genre d'activité humaine, dépend absolument des moyens de communication les plus efficaces.

C'est l'armée britannique qui a utilisé pour la première fois le télégraphe électrique pendant une guerre, celle de Crimée en 1854, en assurant une liaison entre le quartier général de Lord Raglan et des postes installés dans des tranchées. Au cours de la grande mutinerie des Cipayes, en 1857, le gouvernement siégeant à Calcutta était relié par télégraphe aux troupes britanniques éparpillées dans le pays et cette liaison fut l'un des facteurs décisifs du combat.

Que le fait de disposer de moyens de télécommunication puisse assurer une victoire complète et facile lorsque l'adversaire n'a pas connaissance de ces moyens ou n'est pas en mesure de s'en servir, on le vit en maintes occasions.

THE ARMY TELEGRAPH—THE OPERATOR AT WORK.—[Sketched by Mr. A. R. Waud.] *199*



200

198 *Reconstitution d'un poste de signalisation romain, d'après un bas-relief de la colonne Trajane à Rome.*

199 *Opérateur d'un télégraphe à magnéto Beardslee, en 1863. Dessin de A. R. Waud.*

200 *Premier poste de T.S.F. essayé par le ministre japonais de la Marine en 1904.*

201 *Déroulement du fil à partir du fourgon du télégraphe de campagne. Dessin de A. R. Waud (1863).*

201

RUNNING OUT THE WIRE.

Remontons donc à l'époque de la Guerre de sécession (1861-1865) au cours de laquelle le télégraphe a connu ses premières applications militaires. Le gouvernement fédéral construisit pendant cette guerre 24 000 km de lignes télégraphiques sur lesquelles 6 500 000 messages furent transmis. On a beaucoup parlé des actes d'héroïsme accomplis par les tout jeunes gens qui étaient alors chargés de la manipulation du télégraphe, le cas le plus connu étant peut-être celui de Stephen Robinson, âgé de 15 ans. Au cours de l'hiver de 1862, le général Forrest lançait des attaques contre le chemin de fer de Mobile et Ohio, et faisait prisonniers tous les télégraphistes les uns après les autres le long de sa route. A Kenton (Tennessee), trois compagnies d'infanterie de l'Illinois furent obligées de fuir lorsque Forrest fit irruption, venant du Sud, ayant laissé derrière lui le jeune Robinson qu'il avait oublié au milieu des combats.

Robinson s'empara de son manipulateur Morse, le cacha dans son foulard et se sauva au milieu des troupes ennemies qui ne firent pas attention à un jeune garçon qui semblait rentrer chez lui. Robinson parvint à sortir de la ville, traversa dans l'obscurité le pont de la rivière Obion et, au voisinage de la première station télégraphique qu'il rencontra, grimpa à un poteau, se brancha sur les fils et transmit au quartier général de Columbus (Kentucky) des nouvelles sur la situation. On envoya une locomotive qui le prit à son bord et le ramena sain et sauf à Columbus.

Les deux armées rivales firent un grand usage des messages chiffrés et, vers la fin de la guerre, l'une et l'autre se procuraient des quantités de renseignements en captant discrètement les transmissions de l'ennemi. L'un des exploits les plus remarquables dans ce domaine fut accompli par C. A. Gaston, l'opérateur du général Lee, qui pénétra dans les lignes de l'Union à City Point (Virginie), pendant que Grant assiégeait Richmond et Petersburg. Gaston capta pendant six semaines les messages destinés à Grant. L'un d'entre eux concernait un troupeau de bœufs; Gaston signala leur présence et les animaux furent capturés par la cavalerie grise de Wade Hampton.

Il y avait des femmes télégraphistes et l'on télégraphia même d'un ballon captif à bord duquel se trouvait le Professeur T.S.C. Lowe. Ce dernier fit plusieurs ascensions réussies au cours des batailles de Fair Oaks et de Seven Days. Lorsque la paix revint en 1865, année de la première conférence télégraphique internationale, il fut rendu hommage aux chefs des services télégraphiques de l'Union, mais rien ne fut dit pour la cohorte des opérateurs américains inconnus. Bien des années après, Andrew Carnegie, l'un des héroïques petits télégraphistes de la guerre civile, aidait financièrement, grâce à la fortune qu'il avait constituée dans ses aciéries, un grand nombre de ses anciens collègues démunis de ressources.

On ne peut pas dire que la Guerre de sécession ait eu une influence quelconque sur le développement technique du télégraphe; après cette guerre, les lignes qui avaient été coupées furent réparées et les choses reprirent comme auparavant. Mais si l'on passe de cette « guerre du télégraphe », du siècle dernier, à la « guerre du téléphone » de

1914-1918, et mieux encore, à la « guerre de la radio » de 1939-1945, on peut se rendre compte de la forte influence qu'exerce une guerre scientifique moderne sur le développement technique des télécommunications. Au moment de la première guerre mondiale, tous les belligérants avaient constitué leurs propres unités ou corps de transmissions, qui étaient équipés de tout le matériel télégraphique ou téléphonique adapté à la situation. En 1914, tous les grands bâtiments des marines nationales étaient normalement dotés de postes de T.S.F., mais les armées de terre possédaient encore fort peu de stations mobiles, et il n'y avait pratiquement pas de poste radio sur les avions.

La guerre de 1914 mit immédiatement en évidence les points faibles des moyens de communication. Une fois les fronts stabilisés, le téléphone prit toute son importance. Les antennes des postes radio, qui étaient alors nécessairement assez hautes, étaient beaucoup trop faciles à repérer; elles constituaient un objectif que l'on ne pouvait manquer et qui indiquait l'emplacement d'un centre vital de communications. A mesure que la guerre s'intensifiait et que les bombardements devenaient plus violents, les câbles téléphoniques qui avaient d'abord été posés à la surface du sol puis enfouis furent, en 1918, enterrés à une profondeur de 2 mètres par mesure de protection.

Les deux camps installèrent de vastes réseaux de câbles souterrains et purent souvent, en utilisant des récepteurs à induction enfouis sous terre, capter les communications téléphoniques de l'ennemi; à cet effet, on enterrait, aussi près que possible des câbles de l'adversaire, deux plaques de cuivre d'une surface d'un peu moins de 1 m^2.

Au cours des batailles navales de la première guerre mondiale, la télégraphie sans fil a souvent joué un rôle décisif. Sa contribution à la guerre aérienne fut encore plus importante. Alors qu'en 1914, quelques avions de reconnaissance se tiraient courtoisement dessus à coups de fusil et lâchaient occasionnellement une ou deux grenades à main sur les troupes qui passaient, en 1918, d'importantes escadrilles d'avions de combat et de bombardiers quadrimoteurs firent de la guerre aérienne une dure réalité. Les premiers appareils montés à bord d'un avion furent ceux du capitaine Brenot sur un appareil *Blériot*, en 1910, suivis de ceux du commandant Ferrier installés sur un dirigeable, le *Clément Bayard II*, la même année. Partant de cette simplicité première, on construisit très vite des postes toujours plus perfectionnés permettant de transmettre au sol les observations sur les positions des troupes ennemies, de rester en contact avec d'autres appareils amis et de recevoir des ordres des quartiers généraux.

La guerre exigeait donc des émetteurs ayant un rayon d'action de plus en plus grand et des récepteurs de plus en plus sensibles. L'alternateur d'Alexanderson fournit à l'armée l'un de ses plus puissants émetteurs et, en 1917, la Marine américaine en exploitait un de 200 kW à New Brunswick. Cela lui permettait de rester en contact avec sa flotte et d'être constamment reliée par radio aux armées se trouvant en France. On put obtenir des récepteurs de plus en plus sensibles en développant l'usage des tubes à vide.

202-203 *Le télégraphe a joué un rôle important dans la guerre franco-prussienne de 1870-71. On voit (en bas) des uhlans prussiens en train de couper les lignes posées par les sapeurs-télégraphistes français (en haut).*

La fabrication des lampes en grande série commença pendant la guerre et lorsqu'on eut réussi à y faire le vide nécessaire au moyen de pompes très efficaces, on parvint à les utiliser avec des résultats remarquables. On peut se rendre compte de ce que la production en série a réalisé au cours des années 1914-1918 d'après les chiffres d'une seule entreprise, la Société française radioélectrique qui, au cours de ces quatre ans, installa pour les armées alliées 63 stations fixes, 300 stations de navire, 18000 stations d'aéronef et 12500 stations mobiles.

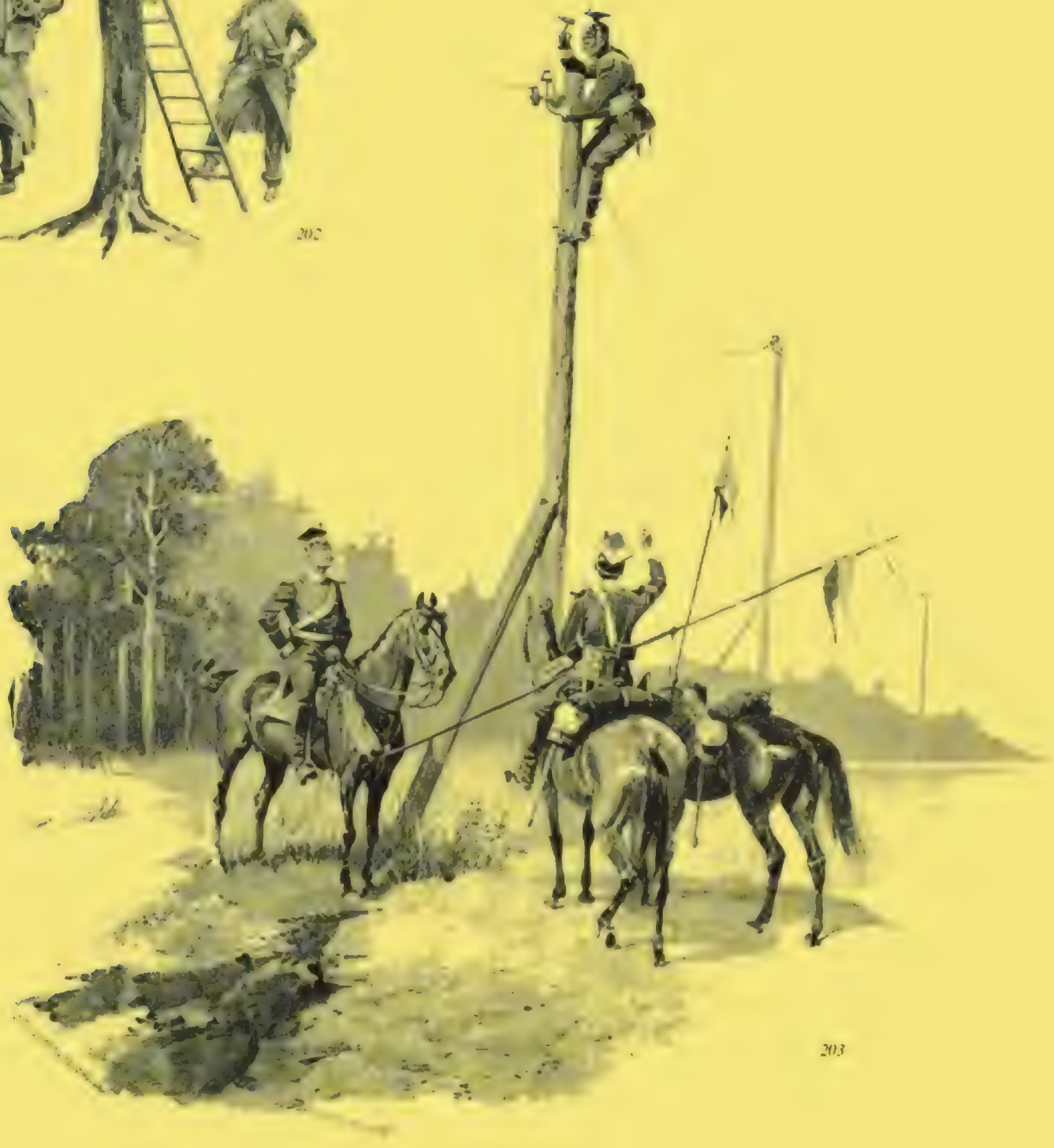
Les sommes importantes et l'énergie presque illimitée dépensées par toutes les nations pour la recherche scientifique en matière de radiocommunications ont sans aucun doute payé de retour. En temps de paix, les travaux consacrés au développement des émetteurs et surtout des lampes allaient bientôt conduire à l'établissement du service de radiodiffusion dans le monde entier.

La première démonstration de radiodiffusion (ou, comme on disait alors, de radiotéléphonie) eut lieu le soir de Noël 1906. Une station installée près de New York par Fessenden et Alexanderson diffusa deux discours, une chanson et un solo de violon; quelques personnes placées par-ci par-là et munies de récepteurs purent suivre distinctement cette émission. Deux ans plus tard, De Forest procéda, du haut de la Tour Eiffel, à une émission qui fut entendue par toutes les stations militaires françaises de la région et par un ingénieur habitant Marseille; en 1916, il diffusa, à partir d'une station expérimentale de Bronx, des bulletins d'information relatant les tumultueuses élections présidentielles, mais il n'y eut que peu de gens capables de recevoir ce journal parlé avant la lettre.

En 1918, après l'armistice, tous les éléments étaient en place pour permettre l'avènement de la radiodiffusion. Les premiers essais d'avant-guerre, l'usage généralisé de la radio durant la guerre et la formation technique reçue dans l'armée par des milliers d'hommes jeunes qui s'étaient familiarisés avec les émetteurs puissants et les récepteurs à lampes, tout cela devait aboutir à l'éclosion de la radiodiffusion. C'est le 15 juin 1920 que la Compagnie Marconi organisa en Angleterre un concert « radiotéléphonique » dont la vedette était la grande Melba; l'émission fut parfaitement reçue à Paris, en Italie, en Norvège et jusqu'en Grèce. L'U.R.S.S. avait construit un puissant émetteur en 1919 et Moscou commença ses émissions expérimentales l'année suivante. Le 22 décembre 1920, la station allemande de Königswusterhausen émit le premier concert radiodiffusé. La station KDKA, de la compagnie américaine Westinghouse, dirigée par Frank Conrad, entra en service le 2 novembre 1920. Un reportage sur l'élection présidentielle Harding Cox constitua son programme d'inauguration et cela fit sensation.

En Angleterre, la British Broadcasting Company, qui devint en 1927 la British Broadcasting Corporation, commença le 14 novembre 1922 à émettre des programmes quotidiens sur les ondes de la station londonienne 2LO.

202



203

204 *L'une des premières stations mobiles de T.S.F. utilisée par le Signal Corps des Etats-Unis à Fort Leavenworth en octobre 1909. Le montage de l'antenne demandait une minute et huit secondes.*

205 *Camion de télécommunications utilisé par le Signal Corps des Etats-Unis pendant la première guerre mondiale.*

204

En France, les émissions régulières de la Tour Eiffel commencèrent aussi la même année et, en 1927, il y avait 733 stations de radiodiffusion aux Etats-Unis. La radiodiffusion était entrée dans les mœurs comme moyen de grande information en Europe. Elle avait aussi pris solidement pied sur tous les autres continents et, lorsqu'éclata la deuxième guerre mondiale, en 1939, elle était prête à jouer un rôle nouveau, celui d'une arme capitale dans l'arsenal de toutes les nations. Le concept de guerre totale avait créé un front psychologique sur les ondes, une guerre des idées.

Si nous voulons considérer les aspects positifs des années 1939-1945, il nous faut pénétrer dans les laboratoires scientifiques. Bien que tous leurs travaux fussent en définitive orientés vers les moyens de destruction ou de défense, c'est là que furent posées les bases de la plupart des grandes réalisations du temps de paix. En Allemagne, ce fut la construction des fusées à combustible liquide, en Amérique, celle de la bombe atomique et, dans les laboratoires britanniques, la découverte de la pénicilline et du radar. Mais il faut nous borner, dans cette étude, à parler du radar.

La découverte du radar est née des nécessités de la défense en Grande-Bretagne. En janvier 1935, on demanda à Sir Robert Watson-Watt, alors chef du Département radio du National Physical Laboratory, si l'on pouvait produire un « rayon de la mort ». Sa réponse fut certes négative, mais il en profita pour déclarer qu'on pourrait avoir intérêt à mettre au point le repérage des avions à distance grâce aux ondes radioélectriques. Cette suggestion fut assurément bien accueillie et des laboratoires secrets furent construits à Bawdsey Manor près de Felixstowe sur la côte est avec des tours dépassant 75 mètres; un an plus tard, on réussit à repérer, à une distance de 120 km, un avion volant à 500 m d'altitude. On utilisait à ce moment-là, dans les tours de radar, une fréquence de 30 MHz voisine des fameuses bandes des 45 et 41,5 MHz utilisées par la télévision britannique depuis le 2 novembre 1936. En 1939, le Gouvernement britannique avait dépensé 10 millions de livres pour le radar; on pouvait alors détecter un avion volant à 3000 m d'altitude et à une distance de 160 km; la Grande-Bretagne était redevenue une île.

Le principe du radar est simple: on émet des impulsions extrêmement courtes mais très puissantes, d'une onde de fréquence élevée; lorsqu'elles rencontrent un objet, tel qu'un avion, elles sont réfléchies et rebroussent chemin à la manière d'un écho. Une antenne reçoit ces échos qui apparaissent sous forme d'image sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques. L'intervalle entre l'impulsion originale et son écho permet de mesurer la distance à laquelle se trouve la cible. Si le centre du tube coïncide avec le centre de l'émetteur tournant et du récepteur, la position angulaire de l'écho indique en même temps celle de la cible. En fait, la similitude entre les ondes lumineuses et radioélectriques se confirme de façon frappante sur ces fréquences; c'est une démonstration que Hertz avait été le premier à faire lors de ses expériences classiques de 1888.

205

Pendant toute la guerre, et même plus tard, on a cherché à utiliser pour le radar des fréquences plus élevées et des émetteurs plus puissants. Le magnétron, inventé par J. T. Randall et A. H. Boot à l'Université de Birmingham en juillet 1940, représente peut-être l'étape la plus significative de cette évolution technique; la réalisation de ce tube, dont les versions actuelles fournissent des centaines de kilowatts sur la fréquence 10 GHz, a été l'un des secrets de guerre les plus rigoureusement gardés. Dès 1924, le Professeur Zacek, de l'Université Charles à Prague, avait pris un brevet (N° 20293) pour un magnétron, mais il ne semble pas que cette invention ait eu des conséquences pratiques. Le klystron, mis au point aux Etats-Unis par les frères R. et S. Varian, a été l'un des autres célèbres tubes à hyperfréquences dont l'importance fut vitale pour le radar.

Ni la recherche consacrée au radar ni le développement de ses applications ne cessèrent à la fin de la guerre. Il n'y a de nos jours aucun gros bateau, aucun avion qui ne navigue au radar lorsqu'il perd la visibilité dans le brouillard ou les nuages, pour se faire signaler les obstacles invisibles sur sa route et pour guider sa rentrée au port ou son atterrissage sans visibilité. De même, la défense de maint pays est assurée par un vaste et complexe réseau de stations radar qui peuvent signaler aussi bien l'arrivée d'avions que d'engins balistiques. Sur le plan offensif aussi, le radar est actuellement indispensable pour guider les missiles et fournir les données nécessaires aux calculatrices placées à bord des avions militaires et des navires de guerre, de sorte que le tir sur l'ennemi est presque réduit à une simple opération de « presse-bouton » lorsque le signal voulu apparaît sur le tableau de contrôle du tir. Le radar suit les fusées au moment de leur lancement dans l'espace et, sur de vastes distances, il indique si la trajectoire qu'elles décrivent est bien celle qu'on leur avait fixée.

La deuxième guerre mondiale a donc vraiment été une « guerre de la radio », qui a touché presque tous les pays du monde. Durant ces six longues années, les activités de l'Union internationale des télécommunications furent évidemment ralenties. Mais la guerre a laissé derrière elle une riche moisson de techniques nouvelles que le monde a rapidement et heureusement adaptées à ses besoins pacifiques sans cesse croissants: tel le Loran et la représentation des objets sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques. L'histoire de la radiodiffusion, comme nous le verrons un peu plus loin, s'est exactement répétée dans le domaine de la télévision.

206 *En France, à la croisée de deux routes dans la forêt d'Argonne, cet important central assurait les liaisons entre les régiments et le quartier général de la division et entre ce dernier et le quartier général du corps d'armée (1918).*

206

207 *Dispositif typique de radar utilisé en 1943, par l'armée des Etats-Unis près d'un terrain d'aviation avancé des forces aériennes.*

207

Atlantic City — 1947

Partout où l'on s'était battu, l'équipement de télécommunication avait subi de terribles destructions. Les deux guerres mondiales ont causé non seulement d'immenses pertes de vies humaines mais encore des dommages matériels que l'on peut évaluer en millions, de quelque monnaie que ce soit. Les guerres constituent un gaspillage, quelle que soit l'accélération qu'elles impriment au progrès de la technique; sans elles, on aurait abouti au même progrès dans un délai sans doute plus long, mais des millions d'êtres humains auraient pu continuer de vivre heureux.

Le Gouvernement français a, par exemple, dressé, en 1946, un bilan détaillé de la destruction de ses télécommunications: 200 bâtiments sérieusement endommagés, 90 000 km de lignes aériennes abattues, 60 stations de répéteurs détruites, 30 villes dont le réseau de câbles souterrains avait été coupé, 110 bureaux télégraphiques en ruines, des dizaines de milliers d'appareils téléphoniques à remplacer, 50 câbles sous-marins rompus et, sur les 42 émetteurs de radiodiffusion, quatre seulement encore utilisables. Il n'est pas douteux que le bilan serait encore pire pour d'autres pays si l'on connaissait le détail des destructions qu'ils ont subies.

Seuls, les Etats-Unis étaient sortis relativement indemnes de la deuxième guerre mondiale, et ils ont souhaité faire bénéficier de cet avantage tous les membres de l'U.I.T. Sur leur suggestion, le Gouvernement de l'U.R.S.S. invita les quatre autres puissances victorieuses, la Chine, la France, le Royaume-Uni et les Etats-Unis à se réunir à Moscou pour préparer la prochaine conférence internationale des télécommunications. La Conférence de Moscou de 1946 ne fut qu'une réunion préliminaire, mais c'est pourtant en grande partie à la suite de ses débats que l'Union a pris sa physionomie d'aujourd'hui.

On discuta en effet à Moscou de la création d'un Comité élu chargé d'enregistrer toutes les assignations de fréquence, de façon que la mise en service de nouvelles stations radioélectriques ne cause pas de brouillages aux stations existantes. On y proposa d'associer étroitement l'U.I.T. à l'Organisation des Nations Unies qui venait d'être créée. En outre, on envisagea de ne pas laisser le secrétariat de l'U.I.T., le dévoué Bureau de Berne, sous le contrôle d'un seul de ses pays membres, en l'occurence la Confédération suisse. Pour assurer la continuité du fonctionnement de l'Union entre les conférences de plénipotentiaires, les Etats-Unis et l'U.R.S.S. proposèrent d'instituer un Conseil d'administration élu. Après vingt et un jours de réunion, les délégations repartirent dans leurs pays. Ayant pris connaissance du rapport de ses délégués, le Gouvernement des Etats-Unis invita alors, par l'intermédiaire du Bureau de Berne, tous les membres de l'U.I.T. à participer à Atlantic City, en 1947, à une Conférence de plénipotentiaires, ainsi qu'à une Conférence internationale des radiocommunications et à une Conférence internationale de radiodiffusion à hautes fréquences.

Les six cents délégués des 76 pays réunis à Atlantic City ne se souviennent pas de l'été 1947 comme d'une période facile ! Un grand nombre des vieux problèmes de l'U.I.T. avaient revêtu un nouvel aspect et la situation d'après-

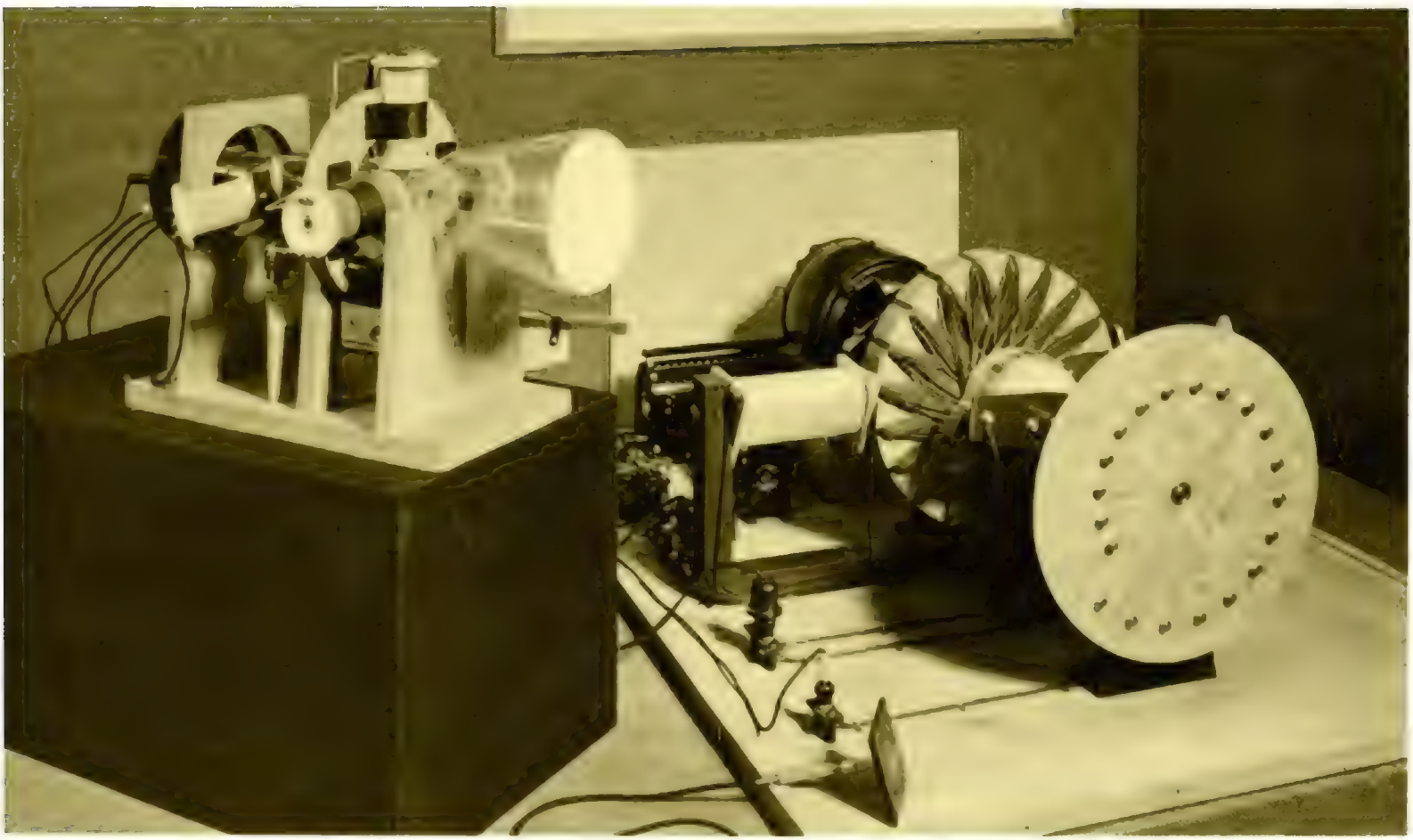
208 *Modèle du premier récepteur de télévision fabriqué en Allemagne (1906). Le dispositif est équipé du tube à rayons cathodiques inventé par Braun.*

209 *Une caméra de télévision utilisée lors des premières émissions expérimentales au Japon, en 1935. Cet appareil a été construit par les Laboratoires de recherche technique N.K.H.*

210 *Caméra Emitron, montée sur un dispositif de travelling, utilisée par le service de télévision de la B.B.C. en avril 1937.*

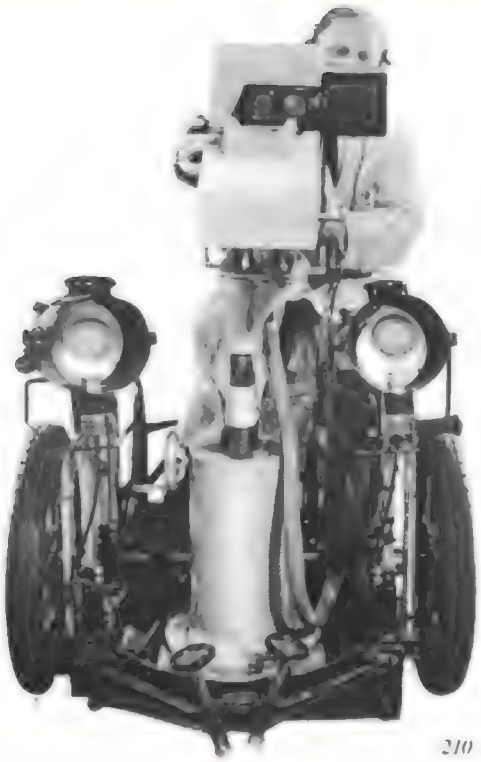
211 *Châssis d'un récepteur de télévision fabriqué en Angleterre par Ferranti, en 1937.*

212 *Un des premiers récepteurs de télévision; le balayage est réalisé au moyen du disque de Nipkov. Dispositif inventé en Autriche, 1925.*



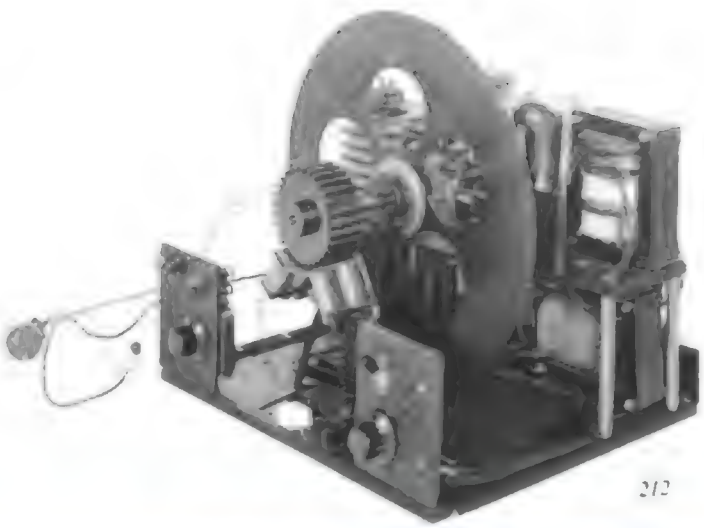
208

209



210

211



212

214

215

213

213 *Studio de télévision de la B.B.C. à l'Alexandra Palace, en août 1936. Caméra de télévision pour prise de vues directe Marconi E.M.I.*

214-215 *(En haut:) Au cours des XI^e Jeux olympiques de Berlin, en 1936, trois caméras électroniques de télévision ont été utilisées pour la première fois afin de transmettre en direct les images des compétitions sportives. (En bas:) Plus de 150 000 spectateurs ont pu suivre le déroulement des Jeux transmis dans les différents locaux aménagés à cet effet par la Deutsche Reichspost.*

216 *La mise au point d'équipements-miniatures a permis de construire des caméras de télévision portatives. Modèle de caméra appelé « walkie-talkie-TV »; c'est le premier équipement à avoir été utilisé lors des « conventions » politiques aux Etats-Unis, en 1952. On voit ici le reporter Chet Huntley, de la N.B.C., équipé de la caméra, de l'émetteur et du récepteur de contrôle.*

guerre les avait rendus encore plus pressants; d'autres difficultés, nées du progrès scientifique dans le domaine des télécommunications, réclamaient des solutions urgentes.

Comme d'habitude, on discuta beaucoup au début pour savoir quels pays pouvaient être autorisés à participer à la Conférence. La question du vote fut étroitement liée à celle de la qualité de membre de l'Union et, pour la première fois dans son histoire, l'U.I.T. rédigea un article de sa Convention définissant la composition de l'Union: étaient déclarés membres de l'Union les pays qui avaient signé la Convention d'Atlantic City, ceux qui étaient devenus membres des Nations Unies puis avaient adhéré à la Convention et enfin ceux dont la demande d'admission avait été agréée par les deux-tiers des membres de l'Union. C'est encore aujourd'hui l'article premier de la Convention de l'U.I.T.

La création d'un Conseil d'administration, mandataire de la Conférence de plénipotentiaires dans l'intervalle de ses réunions, a constitué une innovation fort importante de la Conférence d'Atlantic City. Au début, de nombreux pays ne montrèrent pas, pour cette proposition, autant d'enthousiasme que les « cinq grands » à Moscou. Mais au cours des discussions ultérieures, chacun se rendit compte que les tâches de l'U.I.T. étaient devenues si lourdes et si complexes qu'il fallait créer un organisme compétent, habilité à prendre rapidement des décisions.

Il fut décidé que le Conseil d'administration serait composé de 18 pays membres de l'Union «élus par la Conférence de plénipotentiaires, en tenant compte de la nécessité d'une représentation équitable de toutes les parties du monde». La Conférence de plénipotentiaires de 1959 a porté le nombre des membres du Conseil à 25; d'après la définition donnée à Atlantic City et confirmée dans la Convention de 1959, on peut dire que le Conseil a pour tâche d'assurer « une coordination efficace des activités de l'Union ». Il a pleinement rempli cette mission jusqu'ici.

Lorsqu'on eut décidé d'instituer un Conseil d'administration, il fallut réviser le statut du Bureau de l'Union. Tous les délégués à la Conférence d'Atlantic City firent l'éloge du travail que ce Bureau avait si admirablement accompli au cours des soixante-dix-neuf années de son existence et notamment pendant les deux difficiles périodes de guerre. C'est essentiellement parce que l'ampleur du développement des radiocommunications au cours de la décennie écoulée risquait de susciter dans l'avenir de sérieuses difficultés politiques que la Conférence d'Atlantic City jugea nécessaire de moderniser le Bureau, de le pourvoir d'un secrétariat vraiment international et de le placer sous le contrôle d'un Conseil d'administration.

Il fut précisé que le secrétaire général, les secrétaires généraux adjoints et les fonctionnaires du secrétariat de l'U.I.T. « ne doivent, dans l'accomplissement de leurs fonctions, solliciter ni accepter d'instructions d'aucun gouvernement ni d'aucune autorité extérieure à l'Union ». Tous les membres de l'U.I.T. furent d'accord pour respecter ce caractère exclusivement international du secrétariat de l'Union et des Comités consultatifs.

216

Les finances de l'Union firent l'objet de longues discussions à Atlantic City; on conserva, en l'élargissant, le système des classes de contribution; le franc-or fut maintenu, en dépit d'autres propositions, comme unité monétaire internationale. Le délégué de la Hongrie fit une suggestion intéressante concernant la création d'une banque internationale des télécommunications conçue comme une société à responsabilité limitée. Elle aurait été placée sous le contrôle de l'U.I.T. et aurait permis aux Etats membres les moins riches de faire des emprunts pour moderniser leur équipement de télécommunications, mais cette proposition ne fut pas acceptée.

La question des langues de l'Union fut débattue au cours de huit séances de la Commission d'organisation. Il y avait les « langues officielles », les « langues de travail » et la question épineuse d'une « langue faisant foi ». Il fut finalement décidé que les langues officielles seraient l'anglais, le chinois, l'espagnol, le français et le russe, que les langues de travail seraient l'anglais, l'espagnol et le français et qu'en cas de contestation, le texte français ferait foi. Il faut dire que cet arrangement s'est toujours révélé satisfaisant.

La réorganisation de l'Union impliquait naturellement le problème de trouver un nouveau siège pour le secrétariat. La ville de Genève fut finalement choisie, parce qu'elle abritait l'annexe du siège des Nations Unies et que c'était une ville de langue française.

D'un point de vue politique, les relations entre les Nations Unies et l'U.I.T. furent la source d'un problème assez délicat qui se posa à la Conférence d'Atlantic City. De nombreux délégués étaient fermement persuadés que l'U.I.T. était une organisation « technique et universelle », tandis que les Nations Unies étaient une organisation « politique et limitée ». L'expérience faite par l'U.I.T. avec la Société des Nations n'avait pas laissé d'agréables souvenirs puisque, en 1929, la Commission consultative et technique des communications et du transit de la S.D.N. avait essayé de créer un organe spécial chargé de répartir les longueurs d'onde. Cette tentative avait été carrément rejetée par le directeur du Bureau de Berne, et la Commission avait renoncé à son projet.

L'Organisation des Nations Unies avait insisté davantage que la Société des Nations pour que l'U.I.T. établisse des relations avec elle. Une commission spéciale fut créée pour étudier cette question à la Conférence d'Atlantic City; des négociations prolongées eurent lieu entre un groupe de délégués et des représentants de l'O.N.U. à New York et à Lake Success. Au cours de ces discussions, l'U.I.T. obtint ce qu'elle voulait essentiellement, et notamment que l'accord la reconnût comme une « institution spécialisée » des Nations Unies.

Toutefois, le groupe chargé de la négociation ne pouvait pas envisager qu'une autre institution spécialisée pût exercer une action dans le domaine des télécommunications. Il insista donc, et les Nations Unies furent d'accord avec lui, pour que l'U.I.T. fût reconnue comme «l'institution spécialisée» en matière de télécommunications.

218

On discuta longtemps aussi sur la question de la représentation réciproque des deux organisations. Bien qu'au début, les Nations Unies eussent manifesté le désir d'être invitées à toutes les réunions de l'U.I.T., il fut ultérieurement décidé qu'elles n'enverraient des représentants qu'après avoir procédé à des consultations appropriées et sans avoir le droit de vote aux Comités consultatifs internationaux ni aux autres réunions de l'U.I.T. Cet accord s'est révélé satisfaisant au cours des années et les deux organisations en ont retiré des avantages mutuels.

La deuxième guerre mondiale avait laissé de profondes blessures dans le corps des télécommunications. Les délégués à la Conférence purent quitter Atlantic City, après leurs longues séances de travail, en ayant le sentiment qu'ils avaient fait tout ce qui était en leur pouvoir pour mettre l'Union en mesure de guérir ces blessures. Une organisation compétente venait d'être créée et ses réussites au cours de la période suivante ont prouvé qu'il avait été sage de l'édifier en tenant compte des traditions et de l'expérience d'avant-guerre.

217 *La télévision en couleur exige un nombre considérable de projecteurs. Studio de la National Broadcasting Company à New York, 1960.*

218 *Service de télévision mobile en 1961.*

Les fréquences radioélectriques et le Règlement des radiocommunications

Pour bien comprendre ce qu'a fait la Conférence d'Atlantic City (1947) dans le domaine des fréquences radioélectriques, il nous faut à nouveau revenir aux années qui ont précédé la deuxième guerre mondiale. Ce n'est qu'ainsi que nous pourrons établir un parallèle entre l'évolution de la radiodiffusion et celle de la télévision qui ont été l'une et l'autre, à tour de rôle, stimulées par une guerre mondiale.

C'est le disque analyseur de Nipkov (1860-1940) qui, après le télégraphe de Caselli, a marqué la première étape de la transmission des images sur fil ou par radio. On analysait point par point l'objet à transmettre à l'aide d'un disque tournant qui portait de petites lentilles ou de petites ouvertures disposées en spirale; ces points lumineux étaient transformés en signaux électriques par une cellule photoélectrique. C'était là le principe du premier système de télévision mécanique mis au point par Baird et adopté en 1929 par la British Broadcasting Corporation pour ses émissions expérimentales régulières effectuées de son studio de Londres. A noter, toutefois, que vers 1880, un Français, Constantin Senlecq (1842-1934), inventa un système auquel il donna le nom de «Télectroscope». Ce système comprenait aussi un disque rotatif perforé et des cellules de sélenium. Par une étrange ironie du sort, Senlecq qui peut être considéré comme «le grand-père de la télévision» devint complètement aveugle et ne put pas assister aux premières émissions de télévision qui eurent lieu aux environs de la date de sa mort, en 1934.

Mais la télévision mécanique ne dura pas longtemps; elle fut bientôt remplacée par la caméra électronique, l'iconoscope et par le projecteur électronique, le cinéscope. Ces appareils reposent sur l'utilisation du tube à rayons cathodiques inventé par Braun en 1897; ils furent employés dès 1906 à Munich par M. Dieckmann. La prédiction la plus remarquable concernant la « vision électrique à distance » a été publiée dans la revue *Nature* en 1908, sous la signature de A. A. Campbell, qui proposait déjà d'utiliser la déflexion des rayons dans un tube cathodique. C'est à Vladimir Kosma Zworykine, ingénieur électronicien d'origine russe travaillant aux Etats-Unis, que revient le mérite d'avoir adapté ces idées à la télévision. Il en fit une première démonstration publique à une réunion de l'Institute of Radio Engineers à Rochester (Etat de New York) le 18 novembre 1929. L'analyse de l'image était effectuée électroniquement.

On fit des démonstrations de télévision électronique dans divers pays au début des années 1930, notamment en France, en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis, en Allemagne, en Italie, en U.R.S.S. et au Japon. C'est toutefois à l'Allemagne et à la Grande-Bretagne que revient l'honneur d'avoir ouvert les premiers services de télévision réguliers à haute définition à partir de 1935 et 1936. Au début, la Grande-Bretagne utilisa alternativement le système Baird et le procédé électronique, mis au point par la Electric and Musical Industries Limited à Hayes sous la direction de Schoenberg, et qui fit bien vite la preuve de sa supériorité. Les Etats-Unis suivirent cet exemple en 1939 et, en 1941, la Federal Communications Commission approuva un système de télévision commerciale.

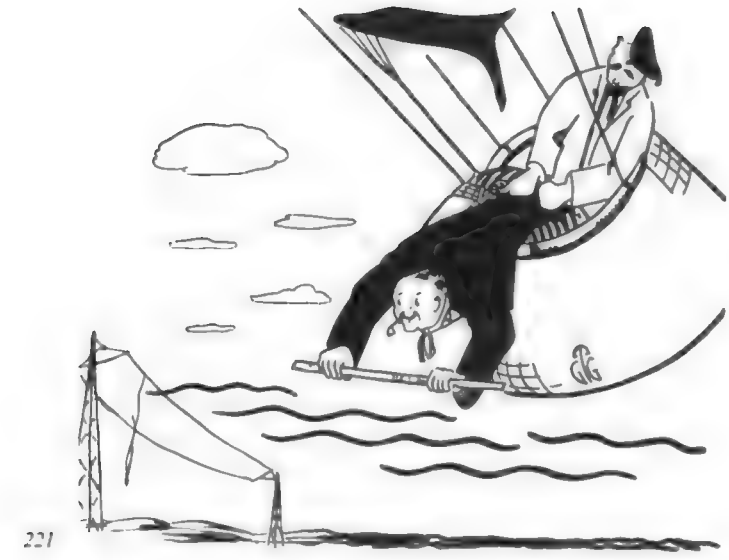
219 *La station de radiodiffusion à ondes longues de Motala (Suède) est la plus puissante du pays. Les mâts des antennes sont disposés en cercle autour d'un pylône central photographié ici de nuit avec une exposition de longue durée: on voit la trajectoire des astres autour de l'Etoile polaire qui paraît immobile. La station a été inaugurée en 1962.*

220 *Une partie du fameux code « Q ».*

221 *« Ils attrapent les ondes et mesurent leur longueur. » Dessin humoristique paru dans le* Radio Times *du 19 décembre 1924.*

Abréviation	Question	Réponse ou avis
QRA	Quel est le nom de votre station?	Le nom de ma station est ...
QRB	A quelle distance approximative vous trouvez-vous de ma station?	La distance approximative entre nos stations est de ... milles nautiques (*ou* kilomètres).
QRC	Par quelle exploitation privée (*ou* administration d'Etat) sont liquidés les comptes de taxes de votre station?	Les comptes de taxes de ma station sont liquidés par l'exploitation privée... (*ou* par l'administration de l'Etat...).
QRD	Où allez-vous et d'où venez-vous?	Je vais à ... et je viens de ...
QRE	A quelle heure comptez-vous arriver à ... (*ou* au-dessus de ...) (*lieu*)?	Je compte arriver à ... (*ou* au-dessus de ...) (*lieu*) à ... heures.
QRF	Retournez-vous à ... (*lieu*)?	Je retourne à ... (*lieu*). *ou* Retournez à ... (*lieu*).
QRG	Voulez-vous m'indiquer ma fréquence exacte (*ou* la fréquence exacte de ...)?	Votre fréquence exacte (*ou* la fréquence exacte de ...) est ... kHz (*ou* MHz).
QRH	Ma fréquence varie-t-elle?	Votre fréquence varie.
QRI	Quelle est la tonalité de mon émission?	La tonalité de votre émission est ... 1. bonne 2. variable 3. mauvaise.
QRJ	Combien d'appels radiotéléphoniques avez-vous en instance?	J'ai ... appels radiotéléphoniques en instance.

220



221

La deuxième guerre mondiale suspendit le développement de la télévision; en revanche, pendant la période de 1938 à 1942, c'est le radar qui profita des nombreuses techniques qui avaient été mises au point en vue de leur application à la télévision; de plus, un grand nombre d'ingénieurs interrompirent leur activité dans le domaine de la télévision pour se consacrer aux recherches sur le radar. Ensuite, lorsque la guerre prit fin, la télévision put reprendre son essor, en profitant à son tour des progrès technologiques réalisés grâce au développement du radar. En 1948, il n'y avait encore que peu de pays — les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'U.R.S.S. — à émettre des programmes réguliers de télévision mais, en 1957, il y en avait déjà une cinquantaine et, en 1965, la télévision fonctionne dans presque cent pays; le nombre des récepteurs a dépassé le cap des 130 millions.

Heureusement, la télévision utilisait l'une des rares bandes de fréquences qui ne posait pas de problème immédiat aux délégués à la Conférence d'Atlantic City. Des bandes de fréquences comprises entre 30 MHz et 10,5 GHz purent aisément être attribuées au radar, à la radiodiffusion à modulation de fréquence et à la télévision. Mais on a vu, à propos de la télévision, ce qui se passe lorsqu'il n'y a pas d'accord international dans un domaine des télécommunications en voie d'expansion: les Etats-Unis utilisent un système à 525 lignes, la France à 819 et le Royaume-Uni à 405. On dispose certes d'un matériel coûteux et compliqué pour convertir les normes, mais la recommandation faite par le C.C.I.R. en faveur du système à 625 lignes n'est suivie maintenant que de façon progressive. S'il avait été possible de définir des normes à cet égard en 1947, on aurait évité beaucoup de difficultés et de dépenses.

C'est la bande des fréquences comprises entre 2850 kHz et 30 MHz qui donna le plus de mal aux délégués à la Conférence d'Atlantic City; depuis l'époque où cette bande avait été répartie pour la première fois, au Caire en 1938, les services aéronautiques s'étaient étendus d'une façon impressionnante et la radiodiffusion sur ondes décamétriques souhaitait vivement pouvoir s'y développer, car ces fréquences ont une portée mondiale. Ces deux services obtinrent des gains substantiels aux dépens du service fixe et du service d'amateur; toutefois, grâce à l'insistance particulière de la délégation des Etats-Unis, les amateurs conservèrent un nombre suffisant de bandes utilisables.

La bande inférieure, comprise entre 10 et 2850 kHz, souleva des problèmes d'un ordre particulier. Durant la deuxième guerre mondiale, on avait installé d'importantes chaînes Loran et ce système de radionavigation s'était révélé très utile pour les navires et les avions dans l'Atlantique et le Pacifique. Les deux bandes 200-280 kHz et 1850-1950 kHz avaient été attribuées au Loran, mais les pays riverains de la mer du Nord soulevèrent des objections parce que ces attributions causaient des brouillages à leurs liaisons. Les Etats-Unis acceptèrent de remplacer gratuitement certains équipements radioélectriques par des appareils plus modernes et cette solution se révéla satisfaisante. Il n'y eut pas de difficultés de cet ordre dans le Pacifique où la bande 1800-1900 kHz était réservée à la radionavigation.

222

La principale réalisation de la Conférence d'Atlantic City dans le domaine des radiocommunications a été la création du Comité international d'enregistrement des fréquences, l'I.F.R.B. Dès les premiers temps des radiocommunications, on s'était rendu compte qu'il serait fort utile d'avoir des renseignements complets sur toutes les fréquences utilisées; c'est pourquoi, depuis 1928, le Bureau de Berne avait été chargé d'établir et de tenir à jour une Liste des fréquences, d'après les notifications faites par les pays membres. En 1947, 45 000 assignations de fréquence étaient déjà inscrites dans les bandes inférieures à 20 MHz; il était ainsi devenu apparent que le rôle de l'U.I.T. dans ce domaine devait être étendu, et qu'un organisme nouveau devait être créé à cet effet. L'un des chapitres suivants de ce livre est entièrement consacré à l'I.F.R.B.

Tout comme l'augmentation phénoménale du trafic aérien et routier au cours des décennies passées avait donné naissance au droit aérien et au Code de la route, le développement aussi important des radiocommunications amena la Conférence d'Atlantic City de 1947 à établir un Règlement des radiocommunications entièrement nouveau — qui a d'ailleurs subi depuis lors plusieurs remaniements et mises à jour. C'est aujourd'hui un volume imposant de 640 pages, renfermant les 1 632 paragraphes du Règlement lui-même, les 165 paragraphes du Règlement additionnel, les 27 appendices au Règlement, dont deux font l'objet de brochures séparées, enfin les 52 résolutions et recommandations émises par la dernière Conférence administrative des radiocommunications, celle de Genève, en 1959.

Le Règlement des radiocommunications de 1959 porte sur un nombre de sujets incroyablement variés; une partie très importante est constituée par le tableau de répartition des bandes de fréquences dans les trois Régions du monde, vingt-six services différents utilisant le spectre en commun. Près de trois cents remarques accompagnent ce tableau, quelques-unes étant des réserves formulées au sujet de certaines fréquences, d'autres donnant des explications, d'autres enfin n'intéressant qu'une zone très limitée. Des définitions ainsi que des explications sur la nomenclature des bandes de fréquences et des longueurs d'onde accompagnent le tableau.

Une place importante est réservée à la notification des fréquences et à leur enregistrement, qui constitue l'une des tâches essentielles de l'I.F.R.B., et aux procédures que ce Comité doit appliquer pour s'acquitter de sa mission. Un tableau des séries internationales d'indicatifs d'appel permettant d'identifier les stations fait partie du Règlement; les indicatifs littéraux vont de la série AAA-ALZ attribuée aux Etats-Unis d'Amérique à la série ZVA-ZZZ, attribuée au Brésil. Devant l'insuffisance des combinaisons des lettres de l'alphabet, on a dû ajouter des indicatifs supplémentaires contenant des chiffres, parmi lesquels ceux de la série 4UA-4UZ ont été attribués aux Nations Unies et ceux de la série 4YA-4YZ à l'Organisation de l'aviation civile internationale; ces deux séries sont les seules qui aient été affectées à des organisations internationales.

222 *« Radio Central » à Rocky Point, Long Island (New York). Cette station d'émission mondiale a été inaugurée en 1961 par la R.C.A. Après avoir longtemps fonctionné en ondes longues, Rocky Point a été progressivement transformée en une station à ondes courtes; c'est actuellement l'une des plus grandes stations du monde à communiquer avec l'étranger.*

223 *Relation entre le numéro de la bande, la gamme de fréquences et la subdivision métrique correspondante du spectre radioélectrique.*

224 *Tour de Tokio, hauteur 333 mètres (terminée en 1958). Les programmes de cinq stations de télévision sont émis à partir de cette tour.*

Numéro de la bande	Gamme de fréquences (limite inférieure exclue, limite supérieure incluse)	Subdivision métrique correspondante
4	3 à 30 kHz (kc/s)	**Ondes myriamétriques**
5	30 à 300 kHz (kc/s)	**Ondes kilométriques**
6	300 à 3000 kHz (kc/s)	**Ondes hectométriques**
7	3 à 30 MHz (Mc/s)	**Ondes décamétriques**
8	30 à 300 MHz (Mc/s)	**Ondes métriques**
9	300 à 3000 MHz (Mc/s)	**Ondes décimétriques**
10	3 à 30 GHz (Gc/s)	**Ondes centimétriques**
11	30 à 300 GHz (Gc/s)	**Ondes millimétriques**
12	300 à 3000 GHz (Gc/s) ou 3 THz (Tc/s)	**Ondes décimillimétriques**

Note 1: La «bande N» s'étend de $0{,}3\times10^{N}$ à 3×10^{N} Hz (c/s).

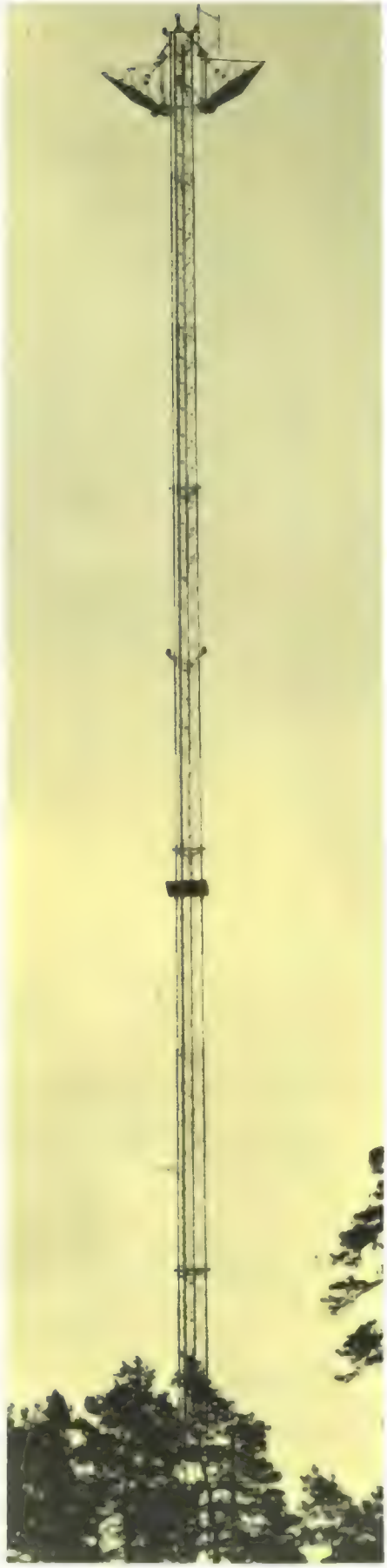
Note 2: Abréviations: Hz = hertz, c/s = cycle par seconde, k = kilo (10^{3}), M = méga (10^{6}), G = giga (10^{9}), T = téra (10^{12}).

Note 3: Abréviations qualificatives servant à désigner les bandes:

Bande 4 = VLF
Bande 5 = LF
Bande 6 = MF
Bande 7 = HF
Bande 8 = VHF
Bande 9 = UHF
Bande 10 = SHF
Bande 11 = EHF

223 224

225



226

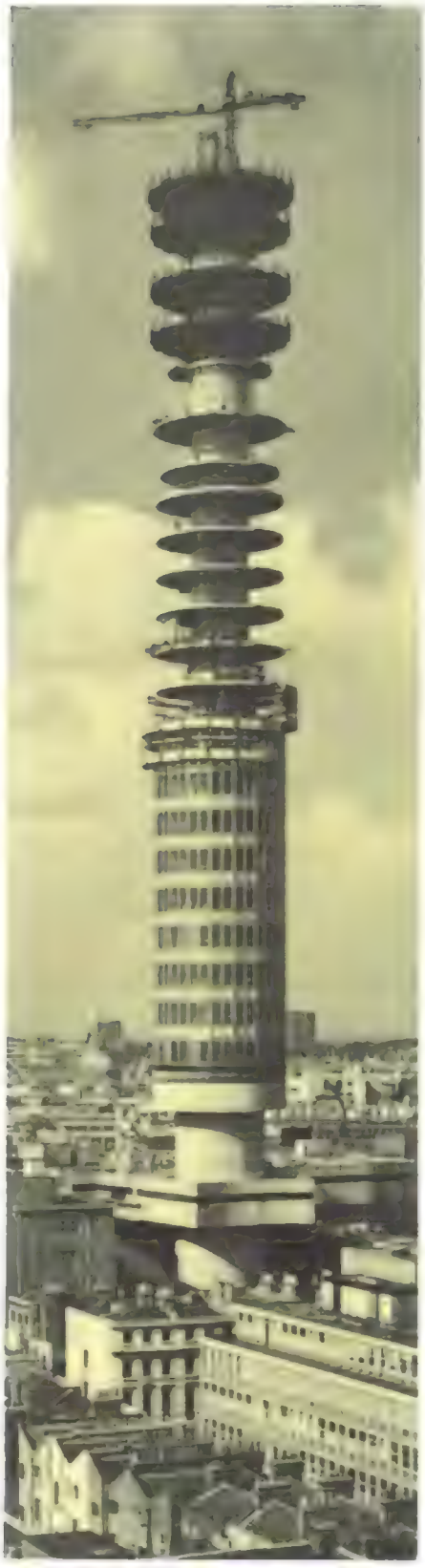
227

225 *La tour de télévision « Lopik », hauteur 382 mètres, a été inaugurée en mai 1961 aux Pays-Bas.*

226 *Les réseaux de télévision de l'Europe orientale et occidentale (Intervision et Eurovision) ont été interconnectés pour la première fois en avril 1961. Cette interconnexion a été rendue possible par l'établissement d'une liaison TV entre la Finlande et l'U.R.S.S., à travers le golfe de Finlande. La photo montre l'extrémité finnoise de la liaison, à Porkkala, à 35 kilomètres environ au sud-ouest d'Helsinki. Cette extrémité de la liaison est exploitée par la Radiodiffusion finlandaise.*

227 *Tour installée sur le toit de l'Office des télécommunications à Brême, hauteur 117 mètres; on distingue des antennes de télévision, celles des faisceaux hertziens ainsi que celles du service mobile terrestre et du service portuaire.*

228



229

230

228 *Tour-relais de télécommunications de la Deutsche Bundespost à Wardböhmen, hauteur 69 mètres.*
En 1964, elle assurait la transmission de 3 144 voies téléphoniques et de 8 canaux de télévision.

229-230 *Le nombre toujours croissant de circuits nécessaires au service téléphonique a entraîné l'utilisation de liaisons à hyperfréquences entre les villes. On érige à cet effet de hautes tours. Le Post Office a entrepris une construction de ce genre à Bloomsbury, Londres, en 1963. Lorsqu'elle sera terminée, elle aura une hauteur de 190 mètres et fournira 180 000 circuits téléphoniques simultanés et 40 canaux de télévision.*

231 *Vue typique d'une manufacture de pièces de radio. On voit ici le département de la fabrication des tubes radio dans une firme française.*

232 *Salle des télécommunications de la Marine des Etats-Unis sur le continent antarctique. On aperçoit les téléimprimeurs, les bâtis de réception, les panneaux de commutation, ainsi que les positions d'émission. Cette station maintient une veille permanente sur les émissions des stations météorologiques disséminées sur le continent antarctique et transmet les renseignements aux centres de distribution situés aux Etats-Unis, en Australie et en Nouvelle-Zélande.*

231

232

Les dispositions administratives et les conditions d'exploitation des stations radioélectriques sont également définies avec soin, qu'il s'agisse de stations de navire ou d'aéronef, de stations côtières ou d'autres stations du service mobile ou du service fixe. L'autorité souveraine du commandant de bord, la délivrance des certificats d'opérateurs, les procédures pour l'appel et la réponse, les heures de veille et les essais ont notamment fait l'objet de dispositions méticuleusement mises au point. La procédure générale d'utilisation de la radiotéléphonie ou de la radiotélégraphie dans les différentes bandes de fréquences, entre les navires et la côte, les aéronefs et le sol, ou vice versa, constitue une importante partie du Règlement.

Comme dans le Règlement télégraphique et dans le Règlement téléphonique, l'ordre de priorité des communications est établi avec précision. Viennent naturellement en tête les appels de détresse, puis les communications précédées du signal d'urgence ou du signal de sécurité; on trouve ensuite les communications relatives aux relèvements radiogoniométriques, à la navigation et à la sécurité des mouvements des aéronefs, puis les communications analogues relatives aux navires et ce n'est qu'au septième rang que viennent les radiotélégrammes d'Etat: Priorité Nations. Les communications d'Etat pour lesquelles le droit de priorité n'a pas été demandé, les communications de service et finalement toutes les autres communications ferment la marche dans l'ordre des priorités.

La procédure d'émission, de transmission et de réception des appels de détresse est définie avec précision dans le Règlement des radiocommunications. Deux fréquences mondiales sont réservées aux appels de détresse, celle de 500 kHz pour la radiotélégraphie et celle de 2 182 kHz pour la radiotéléphonie. En radiotélégraphie, le signal de détresse est constitué par le groupe ··· — — — ··· symbolisé par $\overline{\text{SOS}}$ et, en radiotéléphonie par le mot MAYDAY prononcé comme l'expression française « m'aider » dont il tire sa signification. Après ce signal initial, le message de détresse doit comprendre le nom ou l'indicatif de la station, suivi des renseignements relatifs à sa position, à la nature de la détresse et du secours demandé et tout autre renseignement qui pourrait faciliter le secours.

Le Règlement n'oublie pas les amateurs. Celui de Genève (1959) leur attribue seize bandes de fréquences, dont l'une selon la tradition, est située vers l'extrémité supérieure du tableau de répartition (bande 21-22 GHz).

Il est impossible de citer ici les nombreuses autres dispositions du Règlement des radiocommunications qui concernent par exemple les stations expérimentales, le radiorepérage, les services spéciaux: météorologie, avis médicaux, fréquences étalon de 20, 2 500 et 5 000 kHz et de 10, 15, 20 et 25 MHz et signaux horaires. Les appendices sont de caractère plus technique; ils concernent, par exemple, les zones géographiques pour la radiodiffusion, les tolérances de fréquence, les rapports sur les observations de contrôle des émissions, les documents dont les stations de navire et d'aéronef doivent être pourvues, le célèbre code Q, le tableau d'épellation des lettres et des chiffres,

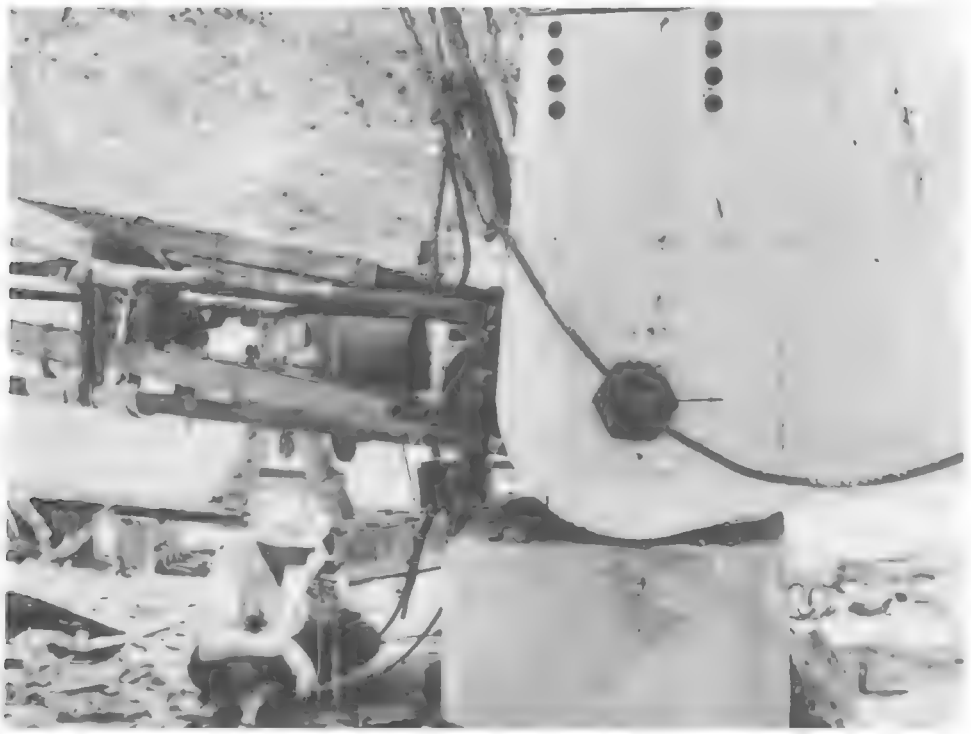
233 *Du fait des dimensions toujours plus grandes des chantiers de construction, on recourt fréquemment aux liaisons radioélectriques. On voit ici un ingénieur utilisant un petit «walkie-talkie» pendant la construction du grand radiotélescope d'Arecibo, à Porto-Rico; il donne ses ordres aux ouvriers manœuvrant la grue qui hisse la structure centrale à 200 mètres de hauteur.*

234 *Antenne à faisceaux rotatifs de l'installation aéronavale des Etats-Unis, McMurdo Sound, Antarctique.*

les caractéristiques techniques de certains émetteurs de navire, le paiement des soldes de comptes et les plans d'allotissement des fréquences pour le service mobile aéronautique. Ces derniers font l'objet d'une brochure séparée de 75 pages, dans laquelle sont définies les zones des lignes aériennes mondiales principales et celles des lignes aériennes régionales et nationales ainsi que les fréquences alloties à chacune d'elles dans les limites de 2 850 kHz et 17 970 kHz. Le Règlement additionnel des radiocommunications concerne essentiellement les radiotélégrammes et leur utilisation par le public.

Les 115 dernières pages du Règlement actuel contiennent les résolutions et les recommandations de la Conférence administrative des radiocommunications de 1959. Celle qui a peut-être le plus d'importance pour l'avenir de l'U.I.T. est la recommandation N° 36 relative à la convocation d'une Conférence administrative extraordinaire des radiocommunications chargée d'attribuer des bandes de fréquences pour les radiocommunications spatiales. Cette conférence s'est réunie à Genève en octobre 1963 et a remporté un grand succès, comme nous le verrons dans l'un des chapitres suivants.

Les milliers d'exemplaires du Règlement des radiocommunications — quelque 60 000 pour la révision de 1959 seulement — que l'on consulte dans les administrations et dans les stations du monde entier ont contribué autant que toute autre initiative de l'U.I.T. à faire des télécommunications une activité humaine véritablement internationale. Chaque fois qu'un operateur a eu des doutes sur la bonne procédure à suivre, le Règlement lui a toujours indiqué que le seul objectif à atteindre était celui de l'U.I.T.: la coopération.



III[e] Partie — L'Union après un siècle d'existence

(de 1947 à 1965)

L'Union et son secrétariat

Nous avons jusqu'ici tracé dans ses grandes lignes l'histoire d'une remarquable réalisation en matière de collaboration internationale. Nous avons suivi dans son essor l'Union télégraphique internationale, devenue en 1932 l'Union internationale des télécommunications, depuis sa fondation par la Conférence de Paris en 1865 jusqu'à la plus importante de ses conférences de plénipotentiaires, la Conférence d'Atlantic City de 1947. La dernière en date des conférences de plénipotentiaires, celle de Genève en 1959, a apporté de nombreuses améliorations de détail au fonctionnement de l'Union, mais sans rien changer d'essentiel.

Si nous jetons un regard rétrospectif sur ces cent années remplies de succès, nous constatons qu'il y a eu remarquablement peu de modifications dans la structure de base de l'Union. Son organe suprême, celui qui est responsable en dernier ressort de sa politique, est encore aujourd'hui comme il y a un siècle la conférence diplomatique qu'on appelle conférence de plénipotentiaires. Cette conférence établit la charte fondamentale de l'Union, sa Convention; elle détermine les principes généraux que doit suivre l'Union pour atteindre ses objectifs jusqu'au jour où elle estime, au cours d'une réunion ultérieure, que le moment est venu de les réviser pour leur donner une orientation différente. A cet effet, la conférence de plénipotentiaires se réunit en principe tous les cinq ans.

Un organisme nouveau, dont la création a été décidée par la Conférence d'Atlantic City, est le Conseil d'administration qui tient une session annuelle au siège de l'Union. Composé de 25 membres élus, ce Conseil agit comme mandataire de la conférence de plénipotentiaires dans l'intervalle de ses réunions. La création des postes de secrétaire général et de vice-secrétaire général, qui remonte aussi à 1947, n'était pas une nouveauté dans l'histoire de l'Union puisque depuis 1868 — époque où l'activité de l'Union était infiniment moindre que celle de l'U.I.T. d'aujourd'hui — le Bureau international de Berne avait à sa tête un directeur permanent.

Quant aux conférences administratives, dont la tâche est de réviser les Règlements (Règlements télégraphique, téléphonique et des radiocommunications), leur origine remonte presque à la fondation même de l'Union. La première conférence télégraphique internationale purement administrative s'est tenue à Londres en 1879; les conférences antérieures avaient eu en effet un caractère à la fois administratif et diplomatique. Pour des raisons de commodité et d'économie, les conférences administratives de l'Union se sont parfois tenues au même endroit et à la même date que les conférences de plénipotentiaires.

Le personnel du siège de l'Union à Genève est maintenant réparti entre quatre organismes permanents. Tout d'abord nous avons le Secrétariat général responsable des affaires générales de l'Union, de ses relations extérieures, de ses finances, de la coopération technique, des questions de personnel, des publications et de l'administration générale, puis trois secrétariats spécialisés, à savoir ceux du Comité international d'enregistrement des fréquences (I.F.R.B.), du Comité consultatif international des radiocommunications (C.C.I.R.) et du Comité consultatif inter-

235 *Vue générale du bâtiment de l'U.I.T., sur la place des Nations à Genève. On aperçoit à l'arrière-plan, à droite, le Palais des Nations qui abrite l'Office européen des Nations Unies, l'Organisation mondiale de la Santé ainsi que d'autres organisations internationales.*

235

national télégraphique et téléphonique (C.C.I.T.T.). Bien entendu, ces quatre secrétariats disposent de nombreux services communs: division linguistique, service de dactylographie, de ronéographie, etc. Les services de l'Union sont installés dans un bâtiment récent, de conception moderne.

La décision de transférer le siège de l'Union de Berne à Genève était fort sensée. Le Bureau international quitta Berne en 1948 et c'est le 1er janvier 1949, date d'entrée en vigueur de la Convention d'Atlantic City, qu'il prit officiellement le nom de Secrétariat général de l'U.I.T. Tout d'abord logés au Palais Wilson et à la Maison des Congrès, les services de l'Union ont été transférés dans le nouveau bâtiment qui fut officiellement inauguré le 3 mai 1962 par U Thant, secrétaire général des Nations Unies.

C'est sur la place des Nations, en face du Palais des Nations de construction plus ancienne, que s'élève l'édifice moderne, à la façade d'aluminium et de verre, qui abrite l'Union internationale des télécommunications et qui en symbolise magnifiquement le dynamisme. Au cours de son siècle d'existence, l'Union a non seulement toujours marché de pair avec les temps modernes mais s'est souvent trouvée bien à l'avant-garde, sans jamais avoir omis de s'inspirer des leçons de son propre passé.

Le visiteur perspicace ne manque pas de remarquer ce double caractère. De l'extérieur déjà, le déploiement des dipôles sur le toit du bâtiment est le signe visible des liens qui unissent l'Union au monde entier. La station d'amateur de l'U.I.T. est un don des Etats-Unis, qui ont également offert un système moderne d'intercommunication. Le magnifique central téléphonique automatique de l'Union lui a été offert par la République Fédérale d'Allemagne à l'occasion de l'inauguration du nouveau bâtiment. Les Pays-Bas, pour leur part, ont fait don de deux équipements d'interprétation simultanée destinés à la salle du Conseil et aux salles de commission.

Les souvenirs du passé sont évoqués par de splendides antiquités qui décorent les halls et les corridors, disposées avec art parmi des plantes exotiques offertes par la Principauté de Monaco. Citons une amphore ancienne de Chypre, deux sièges traditionnels du Ghana, une statue indienne du Dieu Krichna, trois vases en verre de Nazareth, vieux de 2000 ans, offerts par l'Etat d'Israël, des tapisseries de soie japonaises qui, parmi nombre d'autres œuvres d'art antiques ou modernes et des meubles de goût, également offerts par des membres de l'Union, constituent la décoration intérieure du bâtiment. Près de l'entrée s'élève sur une pelouse une statue de bronze, haute de deux mètres, symbolisant l'homme luttant pour un avenir meilleur, offerte par l'Union soviétique. Tel est donc le cadre esthétique dans lequel le personnel du Secrétariat de l'Union accomplit son travail journalier.

Au rez-de-chaussée, l'Union a monté une grande calculatrice électronique dont se sert le Comité international d'enregistrement des fréquences, à côté de laquelle se trouvent les machines d'impression en offset. Un laboratoire pour l'essai des systèmes téléphoniques est logé dans une salle totalement insonorisée dans le sous-sol du bâtiment.

236 *« Vers le Soleil », statue de bronze de 2 mètres de hauteur dont l'Union soviétique a fait don à l'U.I.T. Elle est due au ciseau du célèbre sculpteur russe A. P. Kibalnikov et se dresse près de l'entrée du bâtiment de l'U.I.T.*

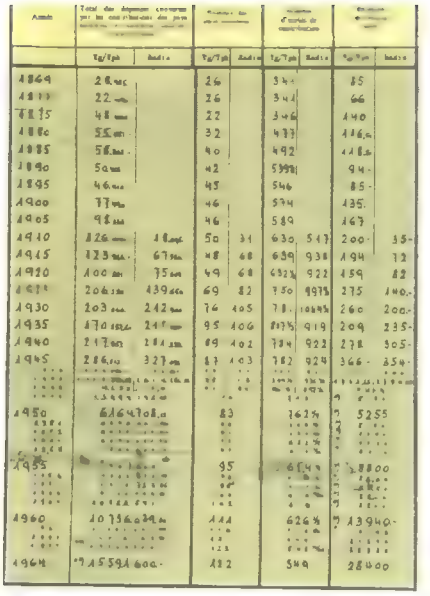
237 *La salle du Conseil dans le bâtiment de l'U.I.T. à Genève. La tapisserie visible à l'arrière-plan est un don de l'Administration japonaise; elle a été exécutée d'après une peinture figurant sur un paravent et représentant un « Paysage avec le Soleil et la Lune ». L'œuvre se trouve dans le temple bouddhiste de Kongo-ji, dans la banlieue d'Osaka. Les tables sont un don du Portugal et l'équipement d'interprétation simultanée a été offert par la Société Philips, S.A.*

238 *Le salon de repos du personnel, dans le bâtiment du siège de l'U.I.T. (don des Etats-Unis d'Amérique).*

239 *Statue offerte par l'Inde pour le bâtiment de l'U.I.T. Elle représente le triomphe du Bien sur le Mal et montre le Dieu Krichna dansant sur les cinq têtes du serpent Kali, qui empoisonnait l'eau de la rivière Jumna.*

237 238

239



240

Nous ne traiterons dans le présent chapitre que du Secrétariat général de l'Union. L'homme qui en assume la direction et en porte la responsabilité devant la conférence de plénipotentiaires est actuellement un citoyen américain, M. Gerald C. Gross.

Le Secrétariat général s'acquitte d'un grand nombre d'importantes fonctions dont la plus ardue est, sans conteste, de contribuer à préparer les nombreuses conférences de l'U.I.T. et d'exécuter certains travaux découlant de leurs décisions. La publication de tous les documents de l'U.I.T. représente une masse de travail régulière pour un important personnel. Pour fixer les idées, nous indiquerons qu'en 1962, 85 700 publications ont été expédiées de Genève, dont la vente a produit un revenu de 1 088 550 francs suisses. La liste actuelle des publications de l'Union comprend environ 200 ouvrages, depuis la Convention et les trois Règlements, la Liste internationale des fréquences, de volumineux recueils de statistiques, des nomenclatures des stations côtières et des stations de navire, des listes alphabétiques d'indicatifs d'appel, etc., jusqu'à l'ouvrage intitulé *L'Union télégraphique internationale (1865-1915)* publié en 1915 à l'occasion du cinquantième anniversaire de l'Union.

La publication du *Journal des télécommunications*, organe mensuel officiel de l'U.I.T., se poursuit sans interruption depuis 1869. Connu sous le nom de *Journal télégraphique* jusqu'en 1934, ce périodique paraît aujourd'hui en trois éditions: anglaise, espagnole et française; il jouit d'une renommée mondiale pour ses articles techniques, ses comptes rendus sur les nombreuses activités de l'Union, ses rubriques bibliographiques, ses analyses d'articles parus dans d'autres publications et ses calendriers des conférences de l'U.I.T.

La décision prise en 1947 par la Conférence d'Atlantic City d'adopter pour l'Union cinq langues officielles, dont trois langues de travail, s'est traduite dans la pratique par la nécessité de recruter un nombre relativement élevé de traducteurs, ainsi que d'interprètes lors des conférences. Naturellement, les interprètes sont surtout engagés pour de brèves durées correspondant à celles des réunions, tandis que les traducteurs font partie du personnel permanent de l'Union.

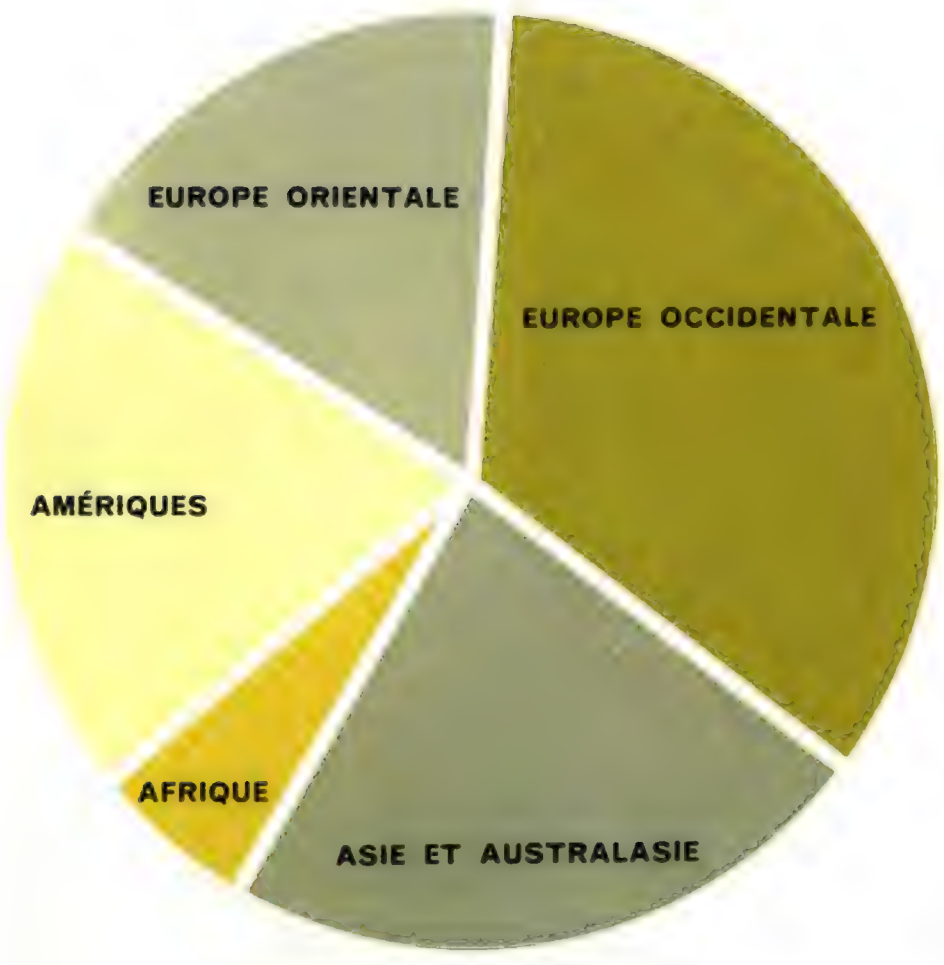
Dans un autre domaine, la Conférence d'Atlantic City a pris une décision qui, dans la pratique, a donné de la besogne au Secrétariat général. Le numéro 152 de la Convention indique en effet que la considération dominante dans le recrutement des fonctionnaires doit être la nécessité d'assurer à l'Union les services de personnes possédant les plus hautes qualités d'efficience, de compétence et d'intégrité, en ajoutant que « l'importance d'un recrutement effectué sur une base géographique aussi large que possible doit être dûment prise en considération ». En 1948, lorsque le Bureau de l'Union fut transféré de Berne à Genève, il comptait 29 fonctionnaires permanents: 27 Suisses, un Français et un Américain, et la composition des effectifs temporaires (27 personnes) n'était pas plus variée.

240 *Dépenses et contributions des pays membres de l'Union internationale des télécommunications de 1869 à 1964.*

Note 1. *Les contributions aux conférences, qui sont réparties séparément entre les participants, ne figurent pas dans les tableaux.*

Note 2. *Les chiffres correspondent au budget approuvé par le Conseil d'administration.*

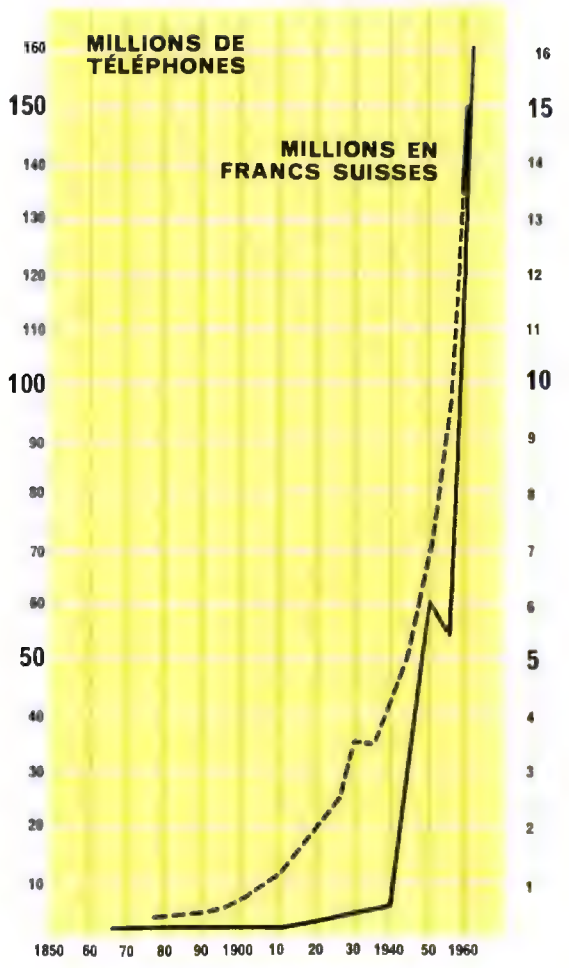
(Tg = *Télégraphe*, Tph = *Téléphone*.)



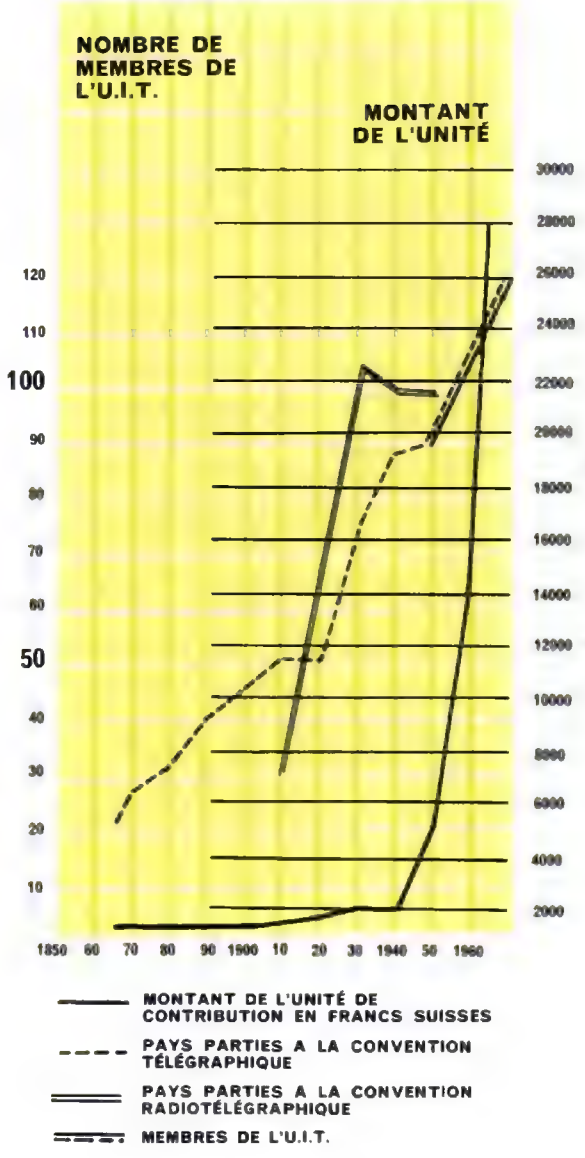
241

241 *Répartition géographique du personnel de l'U.I.T.*
Jusqu'en 1947, le personnel de l'Union était exclusivement de nationalité suisse, à l'exception de deux vice-directeurs.
Le premier vice-directeur non européen est entré en fonctions en 1945. Depuis lors, le nombre des nationalités représentées au sein du personnel de l'Union s'est élevé à 14 en 1952, 22 en 1959 et 36 en 1963.
En 1963, la répartition géographique du personnel était la suivante:
Europe occidentale, *12 pays: Belgique, Danemark, Espagne, France, Irlande, Italie, Norvège, Pays-Bas, Rép. Fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni, Suède et Suisse.*
Asie et Australasie, *8 pays: Afghanistan, Australie, Chine, Inde, Japon, Nouvelle-Zélande, Pakistan et Turquie.*
Afrique, *2 pays: Afrique du Sud et République Arabe Unie.*
Amériques, *7 pays: Argentine, Canada, Colombie, Cuba, Etats-Unis, Mexique et Paraguay.*
Europe orientale, *6 pays: Biélorussie, Bulgarie, Pologne, Tchécoslovaquie, U.R.S.S. et Yougoslavie.*

242



243



242 *Dépenses de l'Union (en francs suisses) en fonction du développement des télécommunications tel qu'il est illustré par le nombre total d'appareils téléphoniques existant dans les divers pays membres de l'U.I.T. (à gauche, le nombre d'appareils téléphoniques, à droite, les dépenses).*

243 *Comparaison entre le nombre de pays membres de l'U.I.T. et la valeur de l'unité de contribution aux dépenses totales de l'Union.*
(Entre 1903 et 1947 il y eut, à part l'Union télégraphique internationale, un certain nombre de conférences radiotélégraphiques auxquelles prirent part de nombreux pays. La Conférence d'Atlantic City (1947) décida de grouper en une seule contribution les sommes versées par chaque pays; c'est pourquoi le nombre des membres participant aux deux genres d'activité a été représenté par un seul et même chiffre.)

En 1963, les 142 postes permanents soumis au principe de la répartition géographique étaient occupés par les ressortissants de 36 pays, ce qui constitue un sérieux progrès.

Il faut tenir compte de différentes considérations lorsque l'on examine cette question. Tout d'abord, le principe de la répartition géographique ne s'applique qu'aux emplois supérieurs, à ceux de la catégorie professionnelle et à quelques emplois techniques de début. Les autres postes de grade moins élevé sont pourvus par voie de recrutement local, à Genève ou dans ses environs. En second lieu, il ne faut pas oublier qu'une vaste répartition géographique parmi le personnel ne peut être atteinte que moyennant de sérieuses dépenses: frais de voyage et de déménagement lors du recrutement de ressortissants de pays éloignés, ainsi qu'au moment de leur rapatriement; congé dans les foyers tous les deux ans pour le fonctionnaire et sa famille; indemnités de voyage pour les enfants qui font leurs études dans leur pays d'origine; enfin, diverses indemnités spéciales, comme l'indemnité d'installation. Tout ceci peut représenter une bonne proportion des crédits budgétaires affectés aux dépenses de personnel. Une autre difficulté provient du fait que de nombreux emplois de l'U.I.T. exigent de leur titulaire une bonne connaissance d'une ou de deux langues de travail de l'Union, ce qui peut constituer un obstacle insurmontable pour certains candidats qui possèdent d'autre part toutes les qualifications requises.

Enfin, la plupart des pays nouveaux et en voie de développement ont le plus grand besoin de leurs propres spécialistes des télécommunications et il leur est en général impossible de se priver de leurs services au bénéfice d'une organisation internationale. On ne sera donc pas étonné d'apprendre qu'avant 1962, l'U.I.T. n'avait enregistré aucune candidature de ressortissants de pays africains, bien qu'aucun de ces pays ne fût à cette époque représenté dans son personnel.

Nous consacrerons un chapitre ultérieur du présent ouvrage au grand effort déployé par l'U.I.T. pour aider les pays nouveaux et en voie de développement à étendre leurs réseaux de télécommunications.

Enfin, les finances de l'Union constituent l'une des plus importantes responsabilités du Secrétariat général. Le système de financement par classes de contribution adopté par la Conférence de Vienne en 1868 a résisté à l'épreuve du temps et est toujours en vigueur. Chaque membre de l'Union choisit librement sa classe de contribution, c'est-à-dire en définitive le pourcentage des dépenses totales de l'Union qu'il prend à sa charge. Aujourd'hui, ces catégories s'étagent de ½ unité à 30 unités. Ce système de financement extrêmement original fournit encore un bon exemple de la façon dont la coopération internationale peut s'accommoder avec succès de la liberté de choix totale laissée à chacun des membres.

244 *Le câble du Commonwealth, qui fera le tour du monde.*

Le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (C.C.I.T.T.)

Comme ce fut le cas dans bien d'autres secteurs de la technique, les spécialistes de la télégraphie et de la téléphonie furent amenés à constater que les progrès scientifiques ne se traduisent pas seulement par des perfectionnements du matériel mais encore par un accroissement de la complexité des systèmes. Prenons l'exemple du téléphone: si les progrès de la technique permettent de multiplier la longueur des lignes par k, la superficie de la zone dans laquelle il devient possible de connecter des abonnés entre eux est multipliée par k^2 et le nombre de connexions possibles entre abonnés est multiplié par k^4. Pour chacune de ces connexions, il faut naturellement des postes d'abonné, des lignes, des installations de central, du matériel de maintenance et un développement correspondant des services administratifs.

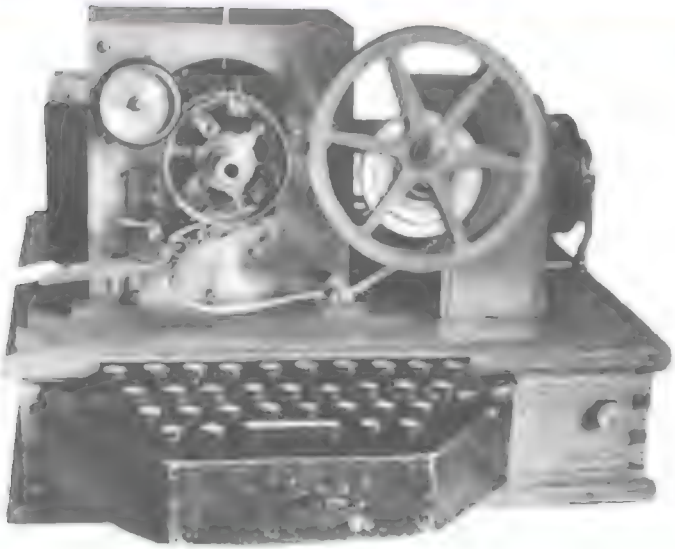
C'est au cours de sa Conférence de Paris, en 1925, que l'Union télégraphique internationale jugea que la complexité du service téléphonique international exigeait des études plus suivies que ne le permettaient les réunions espacées de ses conférences périodiques; elle décida pour cette raison que le Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance (C.C.I.F.)[1]) ferait partie intégrante de l'Union et elle créa un comité analogue pour les questions de télégraphie. Ceci montre que les Comités consultatifs internationaux (les «C.C.I.») de l'Union actuelle sont l'aboutissement d'idées plus anciennes que la constitution de cette Union avec la structure que nous lui connaissons. Se réunissant périodiquement en assemblées plénières qui arrêtent leur politique générale, les C.C.I. possèdent leur propre secrétariat; tout membre de l'Union ou toute exploitation privée reconnue qui désirent participer à leurs travaux peuvent en faire partie. Jusqu'à la fin de 1960, les membres des comités consultatifs contribuaient directement à financer leurs dépenses mais, si les C.C.I. jouissent d'une certaine indépendance, ils ont toujours été et demeurent encore partie intégrante de l'Union.

A sa création, le C.C.I.F. a été chargé de «l'étude des normes régissant les questions techniques et d'exploitation de la téléphonie internationale à grande distance». Nonobstant une évolution considérable dans le domaine technique comme dans le domaine scientifique, — par exemple l'ouverture au public du service radiotéléphonique transatlantique en 1927 — l'objectif initial du Comité est demeuré le même. Il installa son secrétariat au numéro 44 du boulevard des Invalides, à Paris, et son laboratoire pour le «Système fondamental européen de référence pour les transmissions téléphoniques» au Conservatoire national des arts et métiers, également à Paris. Exception faite d'un bref repli de l'équipement à Limoges pendant la guerre, le Comité demeura à Paris jusqu'à ce que le Conseil d'administration de l'U.I.T. lui demandât de transférer son secrétariat et son laboratoire à Genève, en février 1948. Le

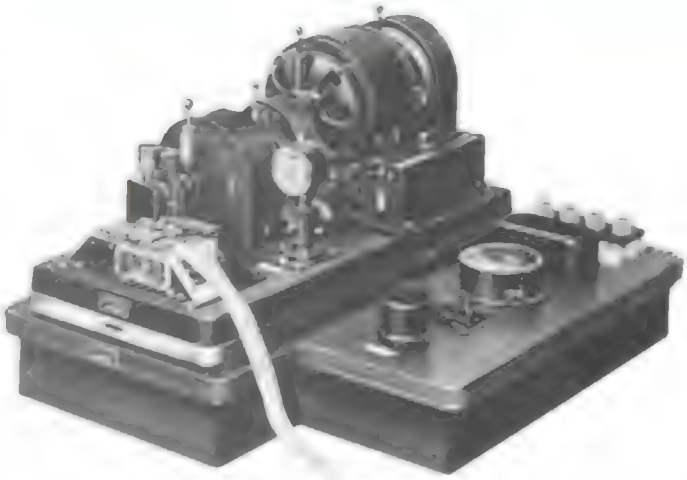
[1]) Ces comités sont plus connus sous les noms de «Comité consultatif international téléphonique» (C.C.I.F.) et «Comité consultatif international télégraphique» (C.C.I.T.) qui leur ont été attribués plus tard.

245

246

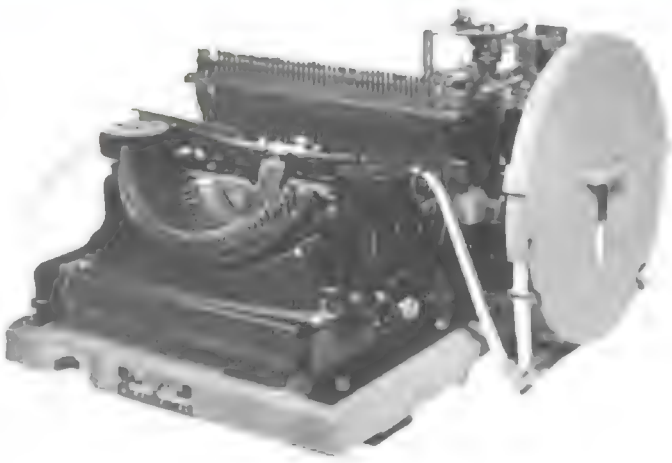


247



248

249



250

245 *Un ancêtre du téléimprimeur. Appareil réalisé par Hoffmann en 1894. Brevet N° 54082.*

246 *Un des premiers téléimprimeurs Morkrum (compagnie fondée en 1907 par J. Morton pour l'utilisation des inventions de C. L. Krum).*

247 *Le premier télégraphe arythmique inventé par le technicien soviétique Trusevich (1921).*

248 *Le transmetteur du télégraphe Siemens à grande vitesse (1000 caractères à la minute) (1912).*

249 *Le téléimprimeur Creed de 1928, adopté comme appareil télégraphique standard pour les liaisons intérieures du Royaume-Uni.*

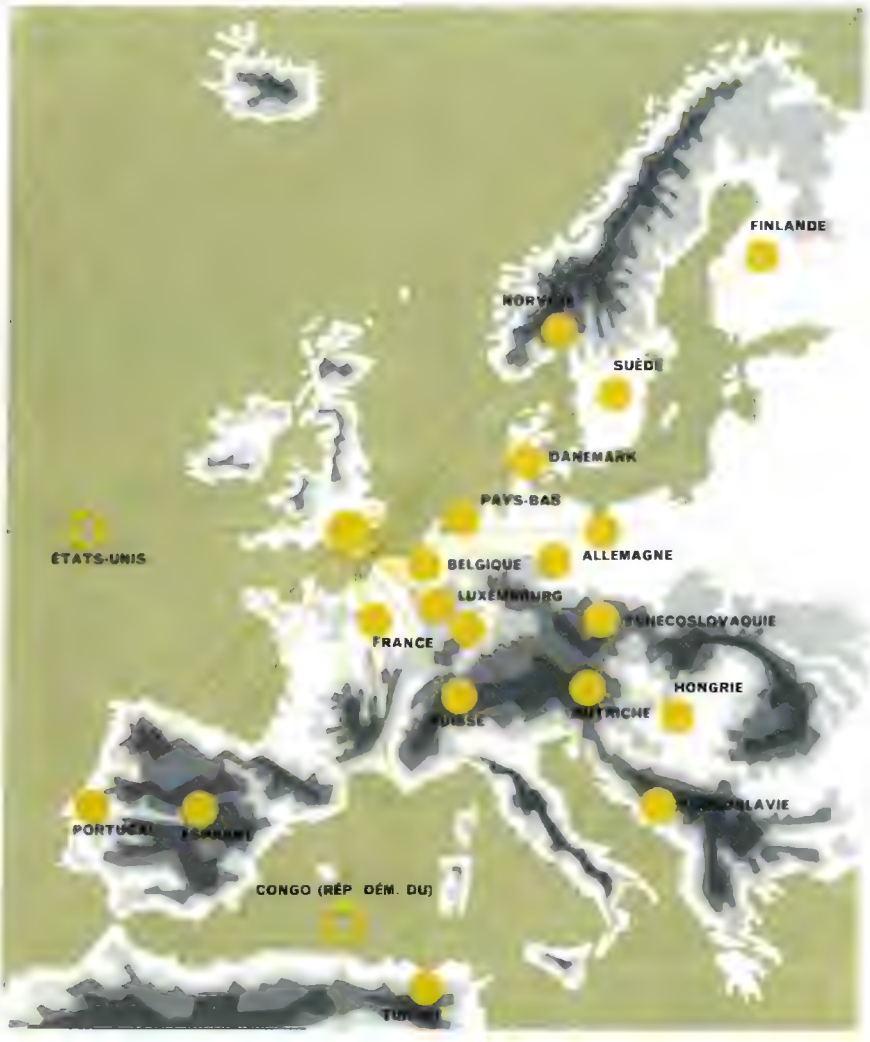
250 *Le Japon doit utiliser un code à 6 moments, car l'alphabet japonais « Kana » comprend 48 lettres. Ci-contre un modèle du premier téléimprimeur à bande japonais, type « J », construit en 1937.*

251 *Du central télex international de Fleet Building, à Londres, les messages télex sont acheminés par câble dans le monde entier.*

251

252

253



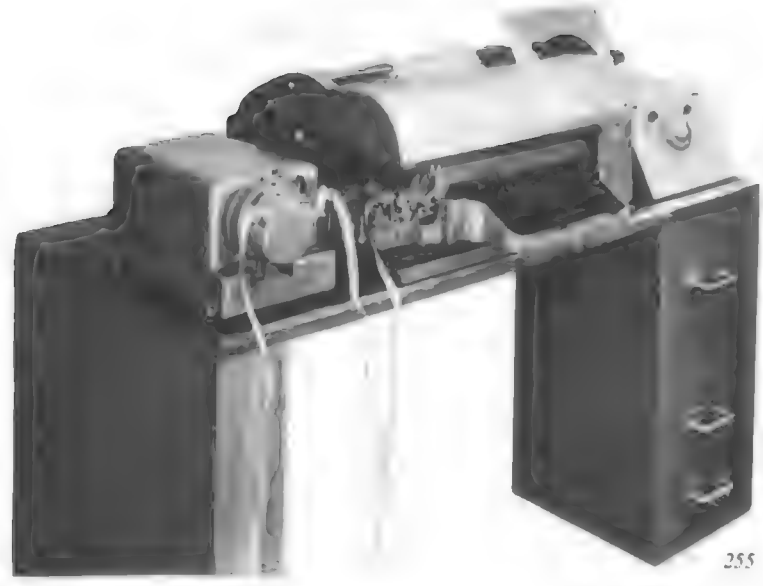
252-253 *Le télex, qui, dans bien des parties du monde, prend la relève du télégraphe, se développe à un rythme sans cesse croissant. Par exemple, le réseau anglais a d'étroites liaisons avec ceux des Etats-Unis et des pays d'Europe.*

254 *Statistique de la téléphonie mondiale, montrant l'évolution de 1877 à 1963.*

1 Janvier	Etats-Unis	Autres pays	Europe	Monde	1 Janvier
1877	2.600	0	0	2.600	1877
1878	9.300	0	50	9.350	1878
1879	26.000	0	1.000	27 000	1879
1880	31.000	0	1.900	32.900	1880
1881	47.900	2.200	5.600	55.700	1881
1882	71.400	3.000	13.400	87 800	1882
1883	97.700	5.400	25.000	128.100	1883
1884	123.600	9.500	39.000	172.100	1884
1885	147.700	11.800	58.000	217.500	1885
1886	155 800	14.300	77.000	247.100	1886
1887	167.100	17.100	99.000	283.200	1887
1888	180.700	23.300	122.000	325.000	1888
1889	195.000	26.500	150.000	371.500	1889
1890	211.500	31.500	177.000	420.000	1890
1891	227.900	36.100	214.000	478.000	1891
1892	239.300	40.700	254.000	534.000	1892
1893	260.800	49.200	295 000	605.000	1893
1894	266.400	55.600	336.000	658.000	1894
1895	285.400	78.600	386.000	750.000	1895
1896	339.500	84.500	439 000	863.000	1896
1897	404.300	95.700	503 000	1 003.000	1897
1898	515.200	106.800	578.000	1 200.000	1898
1899	680.800	130.200	671 000	1.482.000	1899
1900	1.004.700	154.300	803.000	1.962.000	1900
1901	1.322.000	172.000	950.000	2.444.000	1901
1902	1.762.000	197.000	1.100 000	3.059.000	1902
1903	2.333.000	231.000	1.260 000	3.824.000	1903
1904	2.772.000	289 000	1.410.000	4.451.000	1904
1905	3.317.000	509 000	1.577.000	5.403.000	1905
1906	4.086 000	347.000	1.800.000	6.233.000	1906
1907	4.888 000	411.000	2.030.000	7.329.000	1907
1908	6.072.000	467.000	2.265.000	8.804.000	1908
1909	6.437.000	507.000	2.500.000	9.444.000	1909
1910	6.950.000	669.000	2.752.000	10.371.000	1910
1911	7.590.000	671.000	2.966.000	11.227.000	1911
1912	8.303.000	865 000	3.239.000	12.407.000	1912
1913	8.683.000	1.210.000	3.631.000	13.524.000	1913
1914	9.494.000	1.334 000	4.013 000	14.841.000	1914
1915	9.997.000	1.530.000	4.200.000	15.727.000	1915
1916	10.475.000	1.619.000	4.300.000	16.394.000	1916
1917	11.191.000	1.709.000	4.400.000	17.300.000	1917
1918	11.663.000	1.801.000	4.500.000	17.964.000	1918
1919	12.025.000	1.888.000	4.625.000	18.538.000	1919
1920	12.617.000	2.079.000	4.950.000	19.646.000	1920

1 Janvier	Etats-Unis	Amerique du Nord	Amérique Centrale	Amérique du Sud	Europe	Afrique	Asie	Oceanie (Hawai incl.)	Monde	1 Janvier
1921	13.273.000	14.141.300	104.000	287.100	5.268.100	103.500	541.000	335.000	20.800.000	1921
1922	13.817.000	14.738.500	104.300	306.300	5.619.500	116.400	655.300	359.700	21.900.000	1922
1923	14.294.000	15.238.700	131.500	327.000	5.906.100	127.900	776.200	392.600	22.900.000	1923
1924	15.316.000	16.325.600	145.500	346.600	6.352.200	138.400	761 500	430.200	24.500.000	1924
1925	16.015.000	17.088.300	154.200	373.200	6.896 700	151.800	856.900	478.900	26.000.000	1925
1926	16.875.000	18.020.000	170.300	403.300	7.462.700	168.100	943.600	532.000	27.700.000	1926
1927	17.680.000	18.883.700	180.900	428.200	8.055.700	184.500	985.700	581.300	29.300.000	1927
1928	18.446.000	19.707.900	194.500	463 800	8.624.900	198.400	1.081.400	629.100	30.900.000	1928
1929	19.256.000	20.593.200	215.800	502.000	9.218.700	212.000	1.188.900	669.400	32.600.000	1929
1930	19.970.000	21.355.200	241.900	587.100	10.032.600	224.500	1.263.600	695.100	34.400.000	1930
1931	20.103.000	21.508.000	229.100	619.800	10.592.400	231.500	1.317.200	702.000	35.200.000	1931
1932	19.602.000	20.969.100	218.300	637.500	10.921 900	238.000	1.333.000	682.200	35.000.000	1932
1933	17.341.000	18.605.300	211 300	645.200	11.124 700	244.500	1.397.900	671.100	32.900.000	1933
1934	16.628.000	17.822.700	201.500	651.900	11.316.900	258.000	1.473.100	675.900	32.400.000	1934
1935	16.869.000	18.058.900	206.700	685.500	12.002 900	276.000	1.557.400	702.600	33.500.000	1935
1936	17.424.000	18.635.600	226.600	708.400	12.734.500	298 300	1.654.200	742.400	35.000.000	1936
1937	18.433.000	19.702.500	249.900	765 400	13.522 700	331 600	1.741.400	786.500	37.100.000	1937
1938	19.453.000	20.779.100	270.900	835.400	14.221 000	368.200	1.866.600	858.800	39.200.000	1938
1939	19.953.000	21.316.500	281.500	907.000	15.131.500	400.300	1.956.600	906.600	40.900.000	1939
1940	20.831.000	22.233.700	307.000	971.100	15.479.200	420.000	2.037.800	951 200	42.400 000	1940
1941	21.928.000	23.395.400	319.800	1.035 000	15.271.400	439.500	2.043.400	995.500	43.500.000	1941
1942	23.521.000	25.089.900	331.300	1.136.200	15.146.500	457.300	2.010.100	1.028.700	45.200.000	1942
1943	24.919.000	26.554.500	343.000	1.172.700	15.021.500	464.400	1.978.500	1.065.400	46.600.000	1943
1944	26.381.000	28.081.300	356.700	1.222.200	15.303 700	466.700	1.952 000	1.117.400	48.500.000	1944
1945	26.859.000	28.620.200	376.100	1.256.900	14.162.100	472.500	1.956.500	1.155.700	48.000.000	1945
1946	27.867.000	29.725.400	393.200	1.307.400	14.756.400	512.400	1.607.400	1.197.800	49.500.000	1946
1947	31.611.000	33.648.500	411.100	1.383.300	16.332 500	618.700	1.657.400	1.248.500	55.300.000	1947
1948	34.867.000	37.109.400	454.500	1.489.000	17.837.000	660.000	1.927.400	1.322.700	60.800.000	1948
1949	36.205.000	40 670.100	494.400	1.574.000	19 069.500	735.000	2.125.000	1.432.000	66.100.000	1949
1950	40.709.000	43.423.700	523.900	1.657.000	20.299 000	805.600	2.468.400	1.522.400	70.700.000	1950
1951	43 004.000	45.939.000	555.000	1 815.000	21.574.000	895.200	2.875.800	1.646.000	75.300.000	1951
1952	45.636.000	48.770.000	593.700	1.931.000	22.811.000	986 000	3.121.300	1.787.000	80.000.000	1952
1953	48.056.000	51.430.800	627.400	2.094.800	24.324.000	1.084.300	3.428.700	1.910.000	84.900.000	1953
1954	50.373.000	54.003.100	670 000	2.245.500	25.979.000	1.181.200	3.881.400	2.039.800	90.000.000	1954
1955	52.806.000	56.691.700	700.300	2.422.900	27.787.000	1.247.400	4.261.200	2.188.500	95.300.000	1955
1956	56.243.000	60.422.900	733.100	2.568.300	29.990.000	1.411.200	4.708.800	2.385.700	102.200.000	1956
1957	60 190.000	64.720.700	772.800	2.695.300	32.510 000	1.546.100	5.229.500	2.525.600	110.000.000	1957
1958	63.624.000	68.484.000	835.900	2.845.000	35.218.700	1.663.200	6 062.500	2.690.700	117.800.000	1958
1959	66.645.000	71.799.300	910.800	2.999.500	37.598.100	1.768.600	6.855.700	2.867.900	124.800.000	1959
1960	70.821.000 ')	76.036.400	1.008.000	3.145.900	40.340.900	1.904.500	8.110.000	3.054.300	133.600.000	1960
1961	74.342.000 ')	79.830.500	1.075.900	3.337.600	43.172.700	2.005.300	9.053.400	3.224.500	141.700.000	1961
1962	77.422.000 ')	83.186.400	1.167.300	3.475.500	46.377 000	2.081.800	10.303.300	3.408.700	150.000.000	1962
1963	80.969.000 ')	87.029.400	1.275.800	3.732.600	49.734.800	2.155.100	11.877.200	3.595.100	159.200.000	1963

') Y compris Alaska et Hawaï.



laboratoire bénéficie aujourd'hui d'excellentes installations pour ses travaux de recherches et d'essais dans le nouveau bâtiment où l'Union a son siège.

Les premières années d'activité du C.C.I.F. furent particulièrement fécondes. C'était en effet le moment où un grand nombre d'administrations européennes remplaçaient leurs lignes téléphoniques aériennes par des câbles souterrains; c'est ainsi qu'en 1925, un câble fut posé entre Bâle et Francfort-sur-le-Main et que, l'année suivante, un autre câble relia Paris à Bâle. Sans les travaux du Comité sur la normalisation des équipements terminaux, la qualité de transmission et les procédures administratives, notamment en matière de tarification, l'établissement de ces nouvelles liaisons internationales n'aurait pas pu être si rapide ni si efficace. Les usagers du téléphone constatèrent bientôt la qualité supérieure des nouvelles installations.

Un comité consultatif analogue fut créé à Paris en 1925 pour le service télégraphique; ce fut le Comité consultatif international des communications télégraphiques (C.C.I.T.)[1]). Son objet était très voisin de celui du comité précédent: étudier les questions techniques et d'exploitation intéressant la télégraphie à grande distance. Cependant, à l'encontre du C.C.I.F., le C.C.I.T. n'eut pas de secrétariat distinct et son activité s'exerçait par l'intermédiaire du Bureau international de Berne; il n'eut pas non plus de laboratoire particulier. Le C.C.I.T. a tenu plusieurs assemblées plénières et, comme le C.C.I.F., il concentra son activité dans ses commissions d'études, qui portaient à l'origine le nom de «Commission de rapporteurs».

Ces commissions étaient des groupes d'experts auxquels l'assemblée plénière confiait l'étude de certaines questions techniques; les rapporteurs des divers pays travaillaient par correspondance et se réunissaient pour mettre au point leurs solutions avant de faire rapport à l'assemblée plénière. Si leurs recommandations étaient approuvées par celle-ci, elles étaient publiées sous forme d'Avis à l'intention des membres de l'Union. Bien que ce processus puisse apparaître un peu lourd, il garantissait que les mesures recommandées aux administrations avaient obtenu sur le plan international l'accord préalable des experts en la matière.

Il n'est peut-être pas tellement surprenant que, vu l'analogie fondamentale de nombreux problèmes techniques, on se soit trouvé, dès la Conférence d'Atlantic City (1947), en présence de propositions tendant à la fusion des deux comités consultatifs télégraphique et téléphonique. La décision à cet effet fut prise par le Conseil d'administration lors de sa session de 1955, si bien que, depuis la fin de 1956, les deux anciens comités sont devenus le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique, désigné par l'abréviation C.C.I.T.T. Les deux secrétariats spécialisés ont fusionné mais les méthodes de travail fondamentales sont demeurées inchangées, le nouveau Comité se composant toujours de commissions d'études qui font rapport à l'assemblée plénière.

[1]) Voir page 215.

255 *Installation télex composée d'un transmetteur automatique et d'un téléimprimeur avec perforateur.*

256 *Téléimprimeur moderne, d'usage courant aux Etats-Unis, avec dispositif d'appel par clavier.*

256

Lors de la Ire Assemblée plénière du nouveau C.C.I.T.T., en décembre 1956, le Comité télégraphique transmit à son successeur les principales questions suivantes:

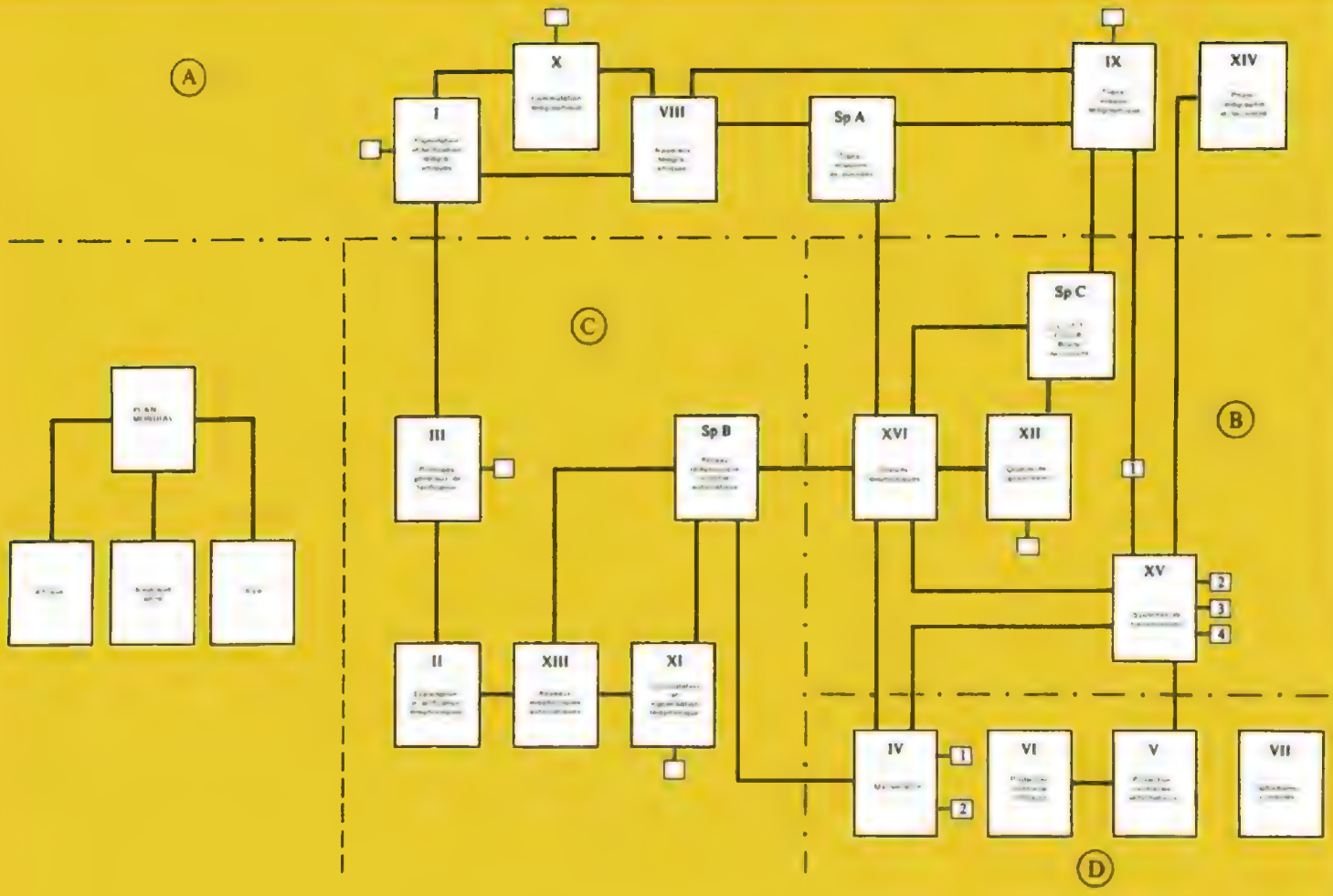
Poursuite de l'étude de la distorsion télégraphique
Application pratique du concept de taux d'erreurs
Normalisation de l'équipement de télégraphie harmonique
Normalisation de l'équipement pour l'enregistrement direct de la télégraphie en fac-similé
Normalisation des réseaux télex pour une commutation entièrement automatique
Plan de numérotation pour le service télex
Révision du Règlement télégraphique
Etablissement d'un nouvel alphabet télégraphique.

Pour sa part, le Comité téléphonique transmit au C.C.I.T.T. 109 questions nouvelles ou anciennes, parmi lesquelles on relève les suivantes:

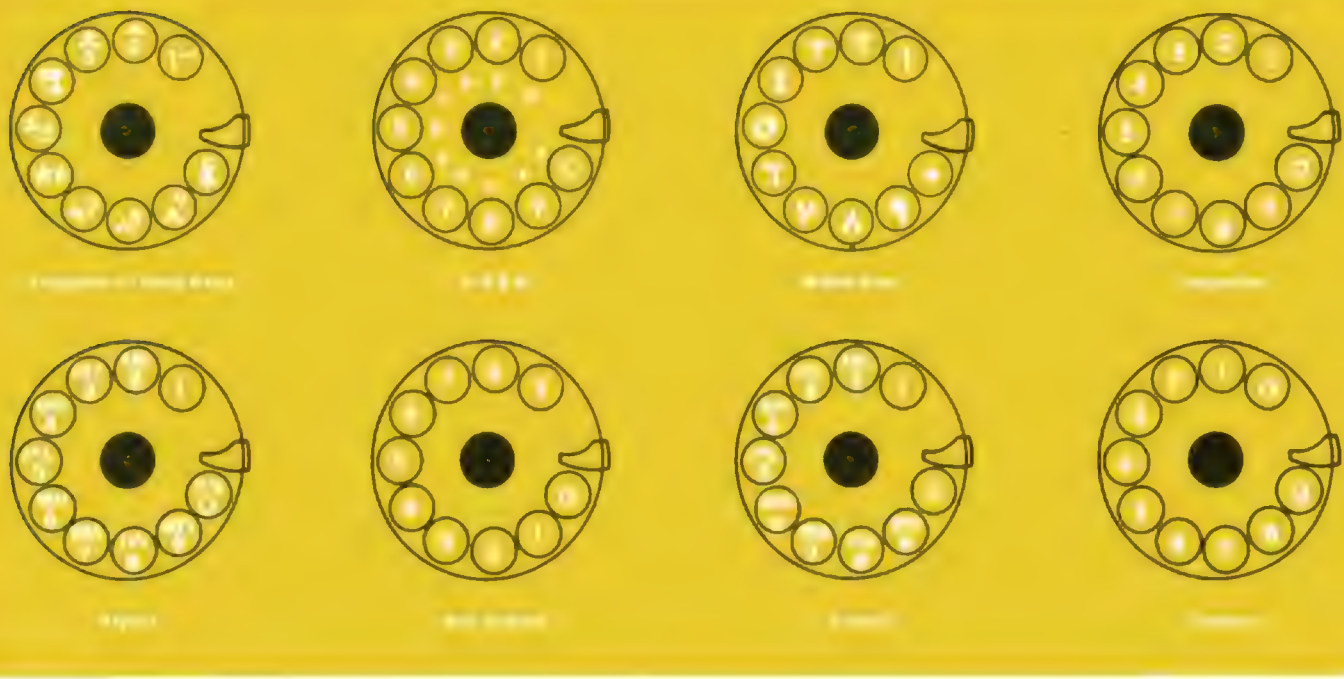
Etude des caractéristiques des circuits téléphoniques internationaux
Détermination de la diminution de la qualité de transmission due aux bruits de circuit
Limites admissibles pour les bruits de niveau élevé et de courte durée
Extension des Avis relatifs à la transmission à grande distance des signaux de télévision
Transmission de données comptables
Nouveau système de comptabilité internationale
Méthodes d'exploitation et de tarification en service téléphonique international complètement automatique
Elaboration d'un répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications.

Le nouveau Comité consultatif ne pouvait donc pas se plaindre que le travail lui manquât lorsqu'il entra en activité en 1957. La fusion des deux comités était une mesure à la fois parfaitement logique et sensée et il était normal que le C.C.I.T.T. se vît confier l'étude des nombreuses questions en suspens. Pendant longtemps, la téléphonie et la télégraphie avaient évolué séparément. Chacune disposait de ses propres lignes, de ses centres techniques, de ses méthodes de taxation, l'une en fonction de la durée, l'autre d'après le nombre de mots; cependant, elles avaient tendu à se développer ensemble grâce à des techniques similaires et souvent identiques.

Aux environs de 1950, le téléphone et le télégraphe utilisaient fréquemment les mêmes voies de transmission: fils aériens, câbles souterrains, câbles sous-marins et circuits radioélectriques. Le développement du télex, service de téléimprimeurs entre abonnés, fit connaître à un nombre toujours croissant de ses clients les avantages de l'exploitation automatique internationale qu'appréciaient tellement les usagers du téléphone. Un exemple frappant de cette



A — Branche « Télégraphie et transmission de données »
B — Branche « Transmission et laboratoire »
C — Branche « Exploitation et commutation téléphoniques »
D — Branche « Protection et maintenance, moyens d'expression »



259

260

257 *Organisation des Commissions d'études du C.C.I.T.T.*

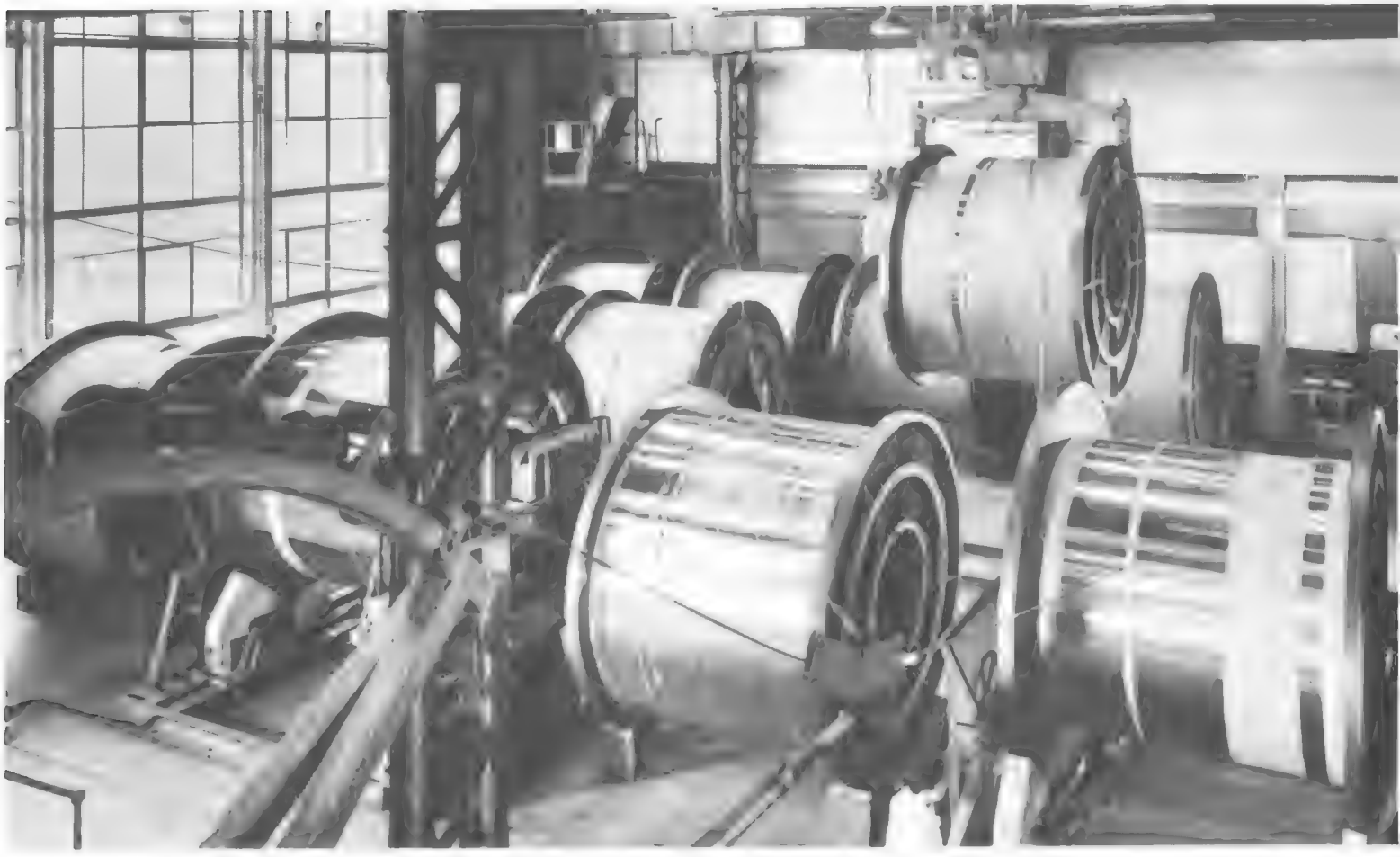
258 *Divers modèles de cadrans téléphoniques sont actuellement utilisés dans le monde; on en voit quelques-uns ci-contre. C'est l'une des tâches du C.C.I.T.T. que de parvenir un jour à les normaliser.*

259-260 *L'accroissement rapide du trafic téléphonique en Syrie (3 000 abonnés en 1946, 15 000 en 1950, 58 000 en 1960 et 73 000 en 1963) a obligé à poser de nouveaux câbles urbains et interurbains. En haut, la pose d'un câble en pleine campagne; en bas, la pose d'un câble en ville.*

261 *La fabrication d'un câble sous-marin moderne a lieu dans ce long bâtiment; elle commence à l'extrême gauche et, lorsqu'on arrive à l'extrême droite de cette photographie, l'âme du câble est entièrement constituée. A l'arrière-plan sont toronnés 41 fils d'acier à haute résistance; au premier plan, une bande de cuivre est posée par soudure autour de ce toron; elle constitue le conducteur intérieur du câble. La fabrication, entièrement automatique, se fait par longueurs ininterrompues de 20 milles marins.*

262 *Une fois terminé, le conducteur intérieur d'un câble sous-marin léger moderne est enroulé sur ces tourets, prêt à recevoir la couche de polyéthylène dont il sera recouvert.*

261



262

263 *Cette vue comparée du câble sous-marin actuel (à gauche) et du nouveau câble non armé utilisé par les services américains et anglais des télécommunications montre que leurs diamètres sont du même ordre. Une meilleure utilisation de l'espace du nouveau câble a permis aux ingénieurs d'augmenter le volume de l'isolant et par conséquent de diminuer les pertes de transmission. L'ancien câble comprend un conducteur central en cuivre, une couche isolante de polyéthylène, une hélice formée de six bandes de cuivre constituant le conducteur de retour, une bande de cuivre de protection contre les tarets, une couche de coton recouvert de caoutchouc, deux couches de jute, une armure d'acier et une couche extérieure de jute imprégné de coaltar. Le câble non armé, plus simple, comprend en son centre un toron d'acier, puis le conducteur intérieur de cuivre, le polyéthylène isolant, le conducteur de cuivre extérieur et une couche protectrice de polyéthylène noir.*

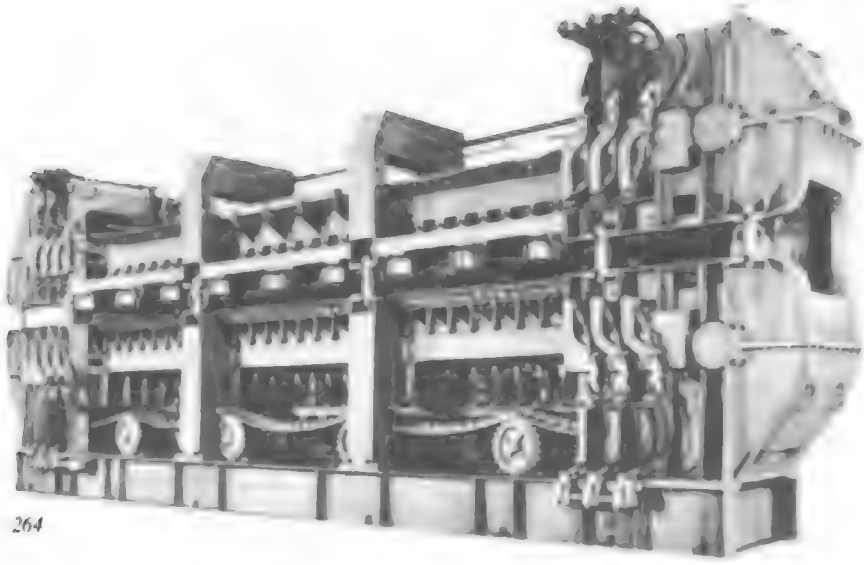
communauté de moyens techniques est représenté par la pose en 1956 du premier câble téléphonique transatlantique avec répéteurs immergés, qui reliait Oban, en Ecosse, à Clarenville, à Terre-Neuve. Inauguré le 25 septembre 1956, ce câble coaxial, qui comporte 36 circuits téléphoniques, peut être, en partie ou en totalité, utilisé pour des transmissions télégraphiques et permet alors de réaliser 864 voies télégraphiques.

Tels sont les objectifs, les principes et l'état du progrès scientifique qui furent à la base des travaux du nouveau Comité consultatif international télégraphique et téléphonique. Dans le domaine scientifique, les progrès des câbles téléphoniques transocéaniques et l'utilisation toujours plus grande des calculatrices électroniques ont dominé son activité. Le succès du premier câble téléphonique transocéanique, utilisé à plein rendement un mois à peine après sa mise en service, a entraîné la pose de plusieurs autres câbles au cours des années suivantes et a permis d'envisager rapidement l'instauration d'un service semi-automatique — sinon complètement automatique — à une échelle véritablement mondiale.

Ce problème absolument nouveau, aussi vaste que complexe, touche à tous les secteurs des télécommunications par fils; il a été longuement étudié par les commissions d'études du C.C.I.T.T. chargées des problèmes d'exploitation, de signalisation, de commutation, de transmission et de maintenance. Il a nécessité l'élaboration d'un plan d'acheminement mondial ainsi que de plans mondiaux de numérotage pour les abonnés au téléphone et au télex. Cependant, avant qu'il puisse recevoir une solution pratique complète, un grand nombre de normes techniques, très différentes des normes actuellement en vigueur, doivent encore être arrêtées et adoptées.

L'utilisation croissante des calculatrices électroniques a conduit le C.C.I.T.T. à charger une de ses commissions d'études d'élaborer des plans pour leur commande à distance et pour l'échange de données entre calculatrices. A cette fin, il faut pouvoir disposer d'un système de télégraphie à très grande rapidité bénéficiant d'un haut degré de protection contre les erreurs. Ce dernier problème, particulièrement important et difficile, intéresse au même titre les administrations des pays membres de l'U.I.T., les exploitations privées et les constructeurs de calculatrices.

En dehors de ces deux grands problèmes, dont la solution conditionne l'avenir, les commissions d'études du C.C.I.T.T. ont étudié soit par correspondance, soit au cours de leurs réunions, un grand nombre des questions qui leur avaient été léguées par le C.C.I.T. et le C.C.I.F., ainsi qu'un nombre important de questions nouvelles. Il suffira d'en mentionner quelques-unes. Il est désormais possible d'obtenir des communications téléphoniques à très grande distance, de l'ordre de 24 000 km, et l'on doit exiger, sur ces relations, la même qualité de transmission que sur des communications moins longues; la coopération internationale joue là un rôle déterminant. On a longuement étudié l'utilisation d'amplificateurs à transistors sur des câbles en paires coaxiales de petit diamètre ainsi que les limites



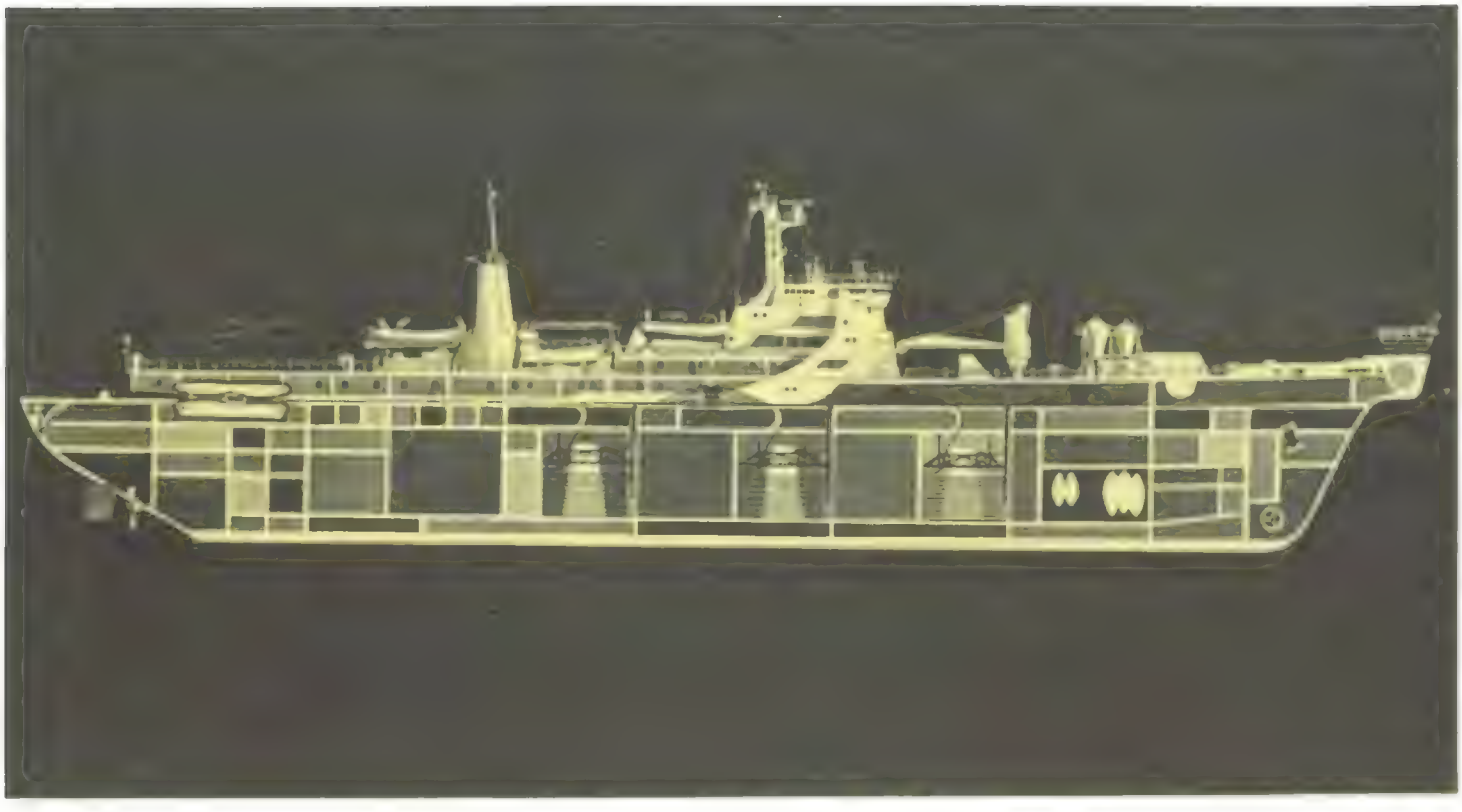
264

264 *Cette machine, qui équipe le câblier* Long Lines, *joue en 1965 le même rôle que la dérouleuse que l'on trouvait sur le* Great Eastern *il y a cent ans (voir illustration 35). Le câble, au sortir de la cuve, est solidement maintenu entre deux bandes de roulement d'un tracteur à chenilles, ce qui permet d'exercer sur lui une traction quand on le pose en eau peu profonde, ou au contraire de freiner son déroulement quand on le pose par grands fonds. Malgré leur volume, les répéteurs peuvent traverser cette machine sans aucun dommage.*

265 *Coupe longitudinale du* Long Lines *(voir illustration 36), l'un des navires-câbliers les plus modernes, qui peut poser plus de 1 800 milles marins de câble de grand fond, et qui navigue sous le pavillon des Etats-Unis.*

de bruit admissibles pour la téléphonie et pour la télégraphie, notamment sur les faisceaux hertziens. Les bases d'un réseau télex mondial automatique sont aujourd'hui posées grâce à la normalisation des systèmes de retransmission, de commutation et de télégraphie synchrone.

La deuxième Assemblée plénière du C.C.I.T.T., qui s'est tenue à New Delhi en 1960, a été une date marquante de l'histoire de cet organisme: pour la première fois un Comité consultatif se réunissait hors d'Europe, manifestant ainsi sa vocation mondiale de façon concrète. L'année suivante, après l'entrée en vigueur de la Convention de Genève de 1959, tous les membres de l'Union purent participer à l'activité du C.C.I.T.T. sans avoir pour autant à verser de contributions supplémentaires. En 1960, le C.C.I.T.T. comptait 58 pays membres; il en compte aujourd'hui 114. A la fin de 1963, 4 500 personnes participaient aux travaux des commissions d'études du C.C.I.T.T. A l'heure où l'Union célèbre son centenaire, ces experts peuvent considérer avec fierté les nombreuses réalisations qui, dans les domaines de la téléphonie et de la télégraphie, sont le fruit de leurs travaux.



265

266

266 *Vue du terrain de Boulder (Colorado) en direction du nord-ouest, vers la nouvelle station d'émission de fréquences étalon de Fort Collins (Laboratoires du National Bureau of Standards). Au centre, juste au-dessous du bouquet d'arbres, on aperçoit la guérite de l'antenne en hélice de WWVB (60 kHz); à droite des arbres, on distingue celle de WWVL et, un peu à sa droite, le bâtiment des émetteurs. On voit également sept pylônes haubannés en acier de 130 mètres. L'objet principal des deux émetteurs WWVB (60 kHz) et WWVL (20 kHz) est de fournir aux utilisateurs des fréquences étalon et des signaux horaires dans des conditions de facilité de réception et de précision jamais atteintes auparavant.*

Le Comité consultatif international des radiocommunications (C.C.I.R.)

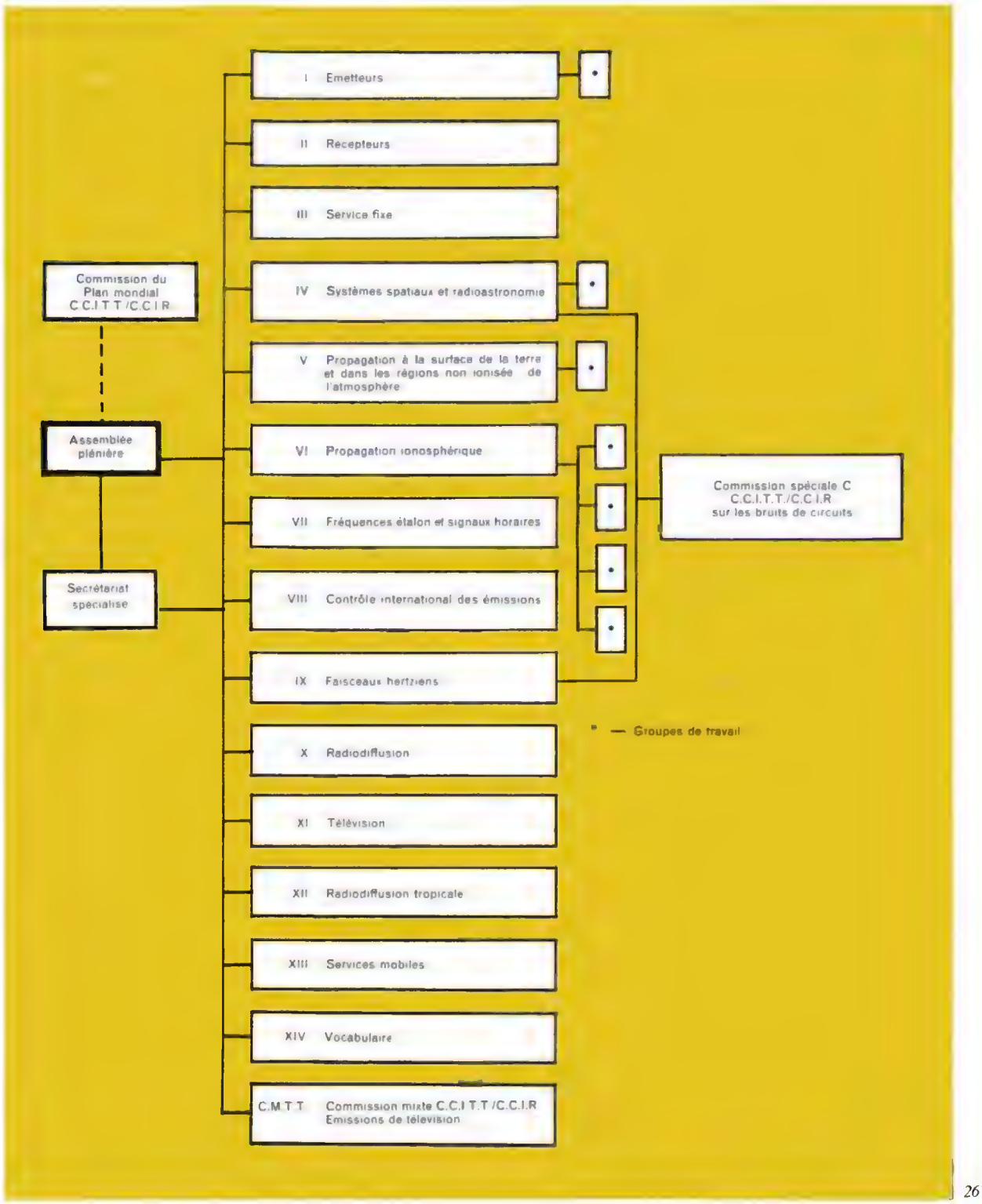
La nécessité de la continuité des études techniques ayant entraîné la création d'un Comité consultatif pour la téléphonie et pour la télégraphie, on aurait pu supposer qu'une mesure analogue aurait été aussi facilement prise dans le domaine des radiocommunications. Cependant, tel ne fut pas le cas. Bien que l'idée d'un tel comité remonte à 1920, on observa une très vive opposition à sa réalisation au cours de la Conférence de Washington en 1927.

La délégation des Etats-Unis craignait que ce comité retardât les progrès des radiocommunications en fixant des principes trop rigides, argument régulièrement avancé pendant les cent ans d'existence de l'Union. La France, pour sa part, se demandait si l'approbation officielle de ce comité ne donnerait pas des avantages commerciaux aux compagnies privées; la tentative faite par Marconi au début du siècle pour obtenir le monopole mondial des radiocommunications n'avait certainement pas été oubliée par la délégation française. Le Royaume-Uni s'opposait lui aussi à cette proposition car le comité ne serait pas habilité à apporter des modifications au Règlement des radiocommunications dans les intervalles entre deux conférences administratives, en sorte qu'il n'aurait aucune utilité.

Tous ces arguments nous paraissent bien faibles aujourd'hui si l'on songe que, moins de quarante ans plus tard, cet organisme dont la création causait tant d'appréhensions prenait des dispositions visant à faciliter le développement des radiocommunications spatiales et à affecter des fréquences exclusives aux recherches en radioastronomie ! Mais, en 1927, les satellites artificiels relevaient de la fiction et c'est seulement en 1931 que Karl Jansky, ingénieur des Bell Telephone Laboratories, posa les bases de la radioastronomie en étudiant le premier les signaux radioélectriques provenant de l'Espace. Sur cet exemple concret, on touche du doigt la nécessité d'être animé d'un esprit de tolérance orienté vers le progrès et de reconnaître que les premiers pas hésitants dans un domaine scientifique peuvent se révéler très rapidement d'une extrême importance.

Les deux délégations qui avaient proposé la création d'un Comité consultatif des radiocommunications, celles de l'Allemagne et de l'Italie, eurent finalement gain de cause à Washington, mais elles ne l'emportèrent qu'à une très faible majorité: trente voix contre vingt-six, avec onze abstentions, tandis que treize délégations ne prenaient pas part au vote. Depuis lors, le C.C.I.R. a donné bien des preuves de son utilité; il a en effet tenu dix Assemblées plénières, à La Haye en 1929, à Copenhague en 1931, à Estoril (Lisbonne) en 1934, à Bucarest en 1937, à Stockholm en 1948, à Genève en 1951, à Londres en 1953, à Varsovie en 1956, à Los Angeles en 1959 et de nouveau à Genève en 1963.

Le C.C.I.R. a aujourd'hui un mandat très clair. Il est en effet « chargé d'effectuer des études et d'émettre des avis sur les questions techniques et d'exploitation spécifiquement relatives aux radiocommunications » et il « doit porter dûment attention à l'étude des questions directement liées à la création, au développement et au perfectionne-


I Emetteurs
II Récepteurs
III Service fixe
IV Systèmes spatiaux et radioastronomie
V Propagation à la surface de la terre et dans les régions non ionisée de l'atmosphère
VI Propagation ionosphérique
VII Fréquences étalon et signaux horaires
VIII Contrôle international des émissions
IX Faisceaux hertziens
X Radiodiffusion
XI Télévision
XII Radiodiffusion tropicale
XIII Services mobiles
XIV Vocabulaire
C.M.T.T. Commission mixte C.C.I.T.T./C.C.I.R. Emissions de télévision
Commission du Plan mondial C.C.I.T.T./C.C.I.R.
Assemblée plénière
Secrétariat spécialisé
Commission spéciale C C.C.I.T.T./C.C.I.R. sur les bruits de circuits
* — Groupes de travail

267

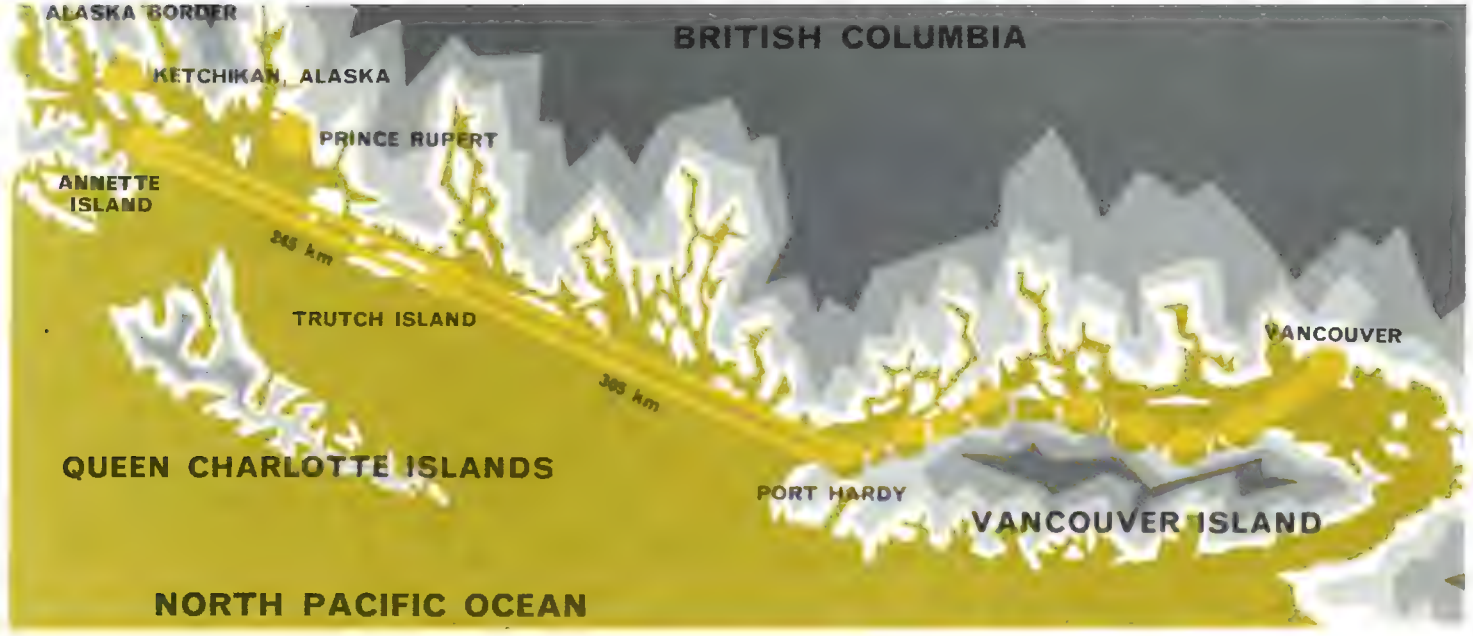
267 *Organisation des Commissions d'études du C.C.I.R.*

ment des télécommunications dans les pays nouveaux et en voie de développement, dans le cadre régional et dans le domaine international ». Comme le prévoit la Convention, le fonctionnement du C.C.I.R., comme celui du C.C.I.T.T., est assuré par son assemblée plénière, ses commissions d'études, son directeur, élu par l'assemblée plénière, et son secrétariat spécialisé.

La deuxième partie du Règlement général annexé à la Convention précise en détail comment doit se dérouler l'activité du C.C.I.R. et du C.C.I.T.T. Tous les membres de l'Union sont de plein droit membres des Comités consultatifs. Les assemblées plénières doivent examiner les rapports des commissions d'études, arrêter la liste des questions nouvelles et les répartir entre les commissions d'études; elles doivent également examiner et approuver le rapport du directeur. Les assemblées plénières se réunissent normalement tous les trois ans; les documents des Comités sont publiés dans les trois langues de travail de l'Union. Les fonctions du directeur et du secrétariat spécialisé sont également bien définies. Enfin, le C.C.I.R. « peut formuler des propositions de modification du Règlement», ces propositions devant être «adressées en temps utile au secrétaire général».

Le C.C.I.R. compte actuellement 14 commissions d'études, spécialisées dans les domaines suivants: émetteurs, récepteurs, service fixe, systèmes spatiaux et radioastronomie, propagation de l'onde de sol et propagation troposphérique, propagation ionosphérique, fréquences étalon et signaux horaires, contrôle international des émissions, faisceaux hertziens, radiodiffusion, télévision, radiodiffusion tropicale, services mobiles et, pour finir, vocabulaire. En outre, il existe deux commissions d'études mixtes du C.C.I.R. et du C.C.I.T.T. dont l'une s'occupe des transmissions télévisuelles et l'autre des bruits de circuit. On compte encore la Commission du Plan mondial de télécommunications (commission mixte C.C.I.T.T./C.C.I.R.) et ses trois commissions régionales pour l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie. La Commission du Plan a pour but de fournir les renseignements et la coopération nécessaires pour établir un réseau mondial de télécommunications.

Il est manifestement impossible de passer ici en revue toutes les questions techniques que le C.C.I.R. a étudiées en 38 ans d'existence, de sa création à l'année du centenaire de l'Union. Mais l'essentiel de son activité est probablement l'étude de la propagation des ondes radioélectriques. Extrêmement vaste, cette question a été répartie entre trois commissions d'études: ondes se propageant à la surface du sol; ondes dont la propagation échappe à l'influence du sol mais dépend de l'état des couches inférieures de l'atmosphère où se manifestent les phénomènes météorologiques (propagation troposphérique); ondes se propageant dans la région située au-dessus de la troposphère. Cette région, qui est l'ionosphère, se situe approximativement entre 100 et 300 km au-dessus de la surface de la terre. Bien que la théorie fondamentale de la propagation ait été formulée par Oliver Heaviside et par Sir Edward Appleton



269

entre 1920 et 1930, les problèmes concrets que posent chaque jour les radiocommunications ont imposé une étude constante de cette question.

Mais il est un deuxième problème tout aussi important si l'on veut assurer l'efficacité des radiocommunications, c'est celui des bruits radioélectriques. Ces perturbations naturelles sont partiellement dues aux orages atmosphériques et, en collaboration avec l'Organisation météorologique mondiale, le C.C.I.R. étudie depuis longtemps les phénomènes orageux, notamment à propos de la radiodiffusion tropicale qui est le service dans lequel ils exercent leurs effets les plus redoutables. Les variations diurnes et saisonnières des bruits radioélectriques font également l'objet d'études poussées.

Le soleil est également une source de bruits radioélectriques, dont l'intensité est étroitement liée au nombre des taches solaires. L'extrême importance de ces taches est due à leur effet sur l'atmosphère terrestre. Le rayonnement du soleil produit une ionisation de la haute atmosphère, laquelle rend possible les radiocommunications à grande distance grâce aux réflexions des ondes sur l'ionosphère. Depuis longtemps, le C.C.I.R. publie dans chaque numéro du *Journal des télécommunications*, organe officiel de l'U.I.T., la moyenne glissante du nombre des taches solaires, donnant ainsi aux exploitants d'utiles prévisions sur l'activité solaire. On se rappellera que c'est précisément une période d'activité solaire maximum qui a été choisie pour l'Année géophysique internationale de 1957-1958. Une grande partie des mesures qui ont alors été faites simultanément dans le monde entier concernaient des phénomènes radioélectriques, ce qui a donné lieu à une étroite collaboration entre le C.C.I.R. et l'Union radio-scientifique internationale (U.R.S.I.), collaboration qui s'est poursuivie depuis lors avec succès.

Le C.C.I.R. suit également de près les travaux concernant la théorie des communications, souvent appelée théorie de l'information, laquelle intéresse d'ailleurs également la téléphonie et la télégraphie. Pour l'essentiel, on peut dire que l'information contenue dans tout message transmis par télécommunication est une grandeur mesurable, qui peut donc être traitée mathématiquement. C'est ainsi que l'on peut évaluer la perte d'information due par exemple aux bruits radioélectriques. L'unité de mesure est ici le « bit », abréviation du terme anglais « binary digit » (chiffre binaire), qui correspond à un choix par « oui » ou « non ». Aux fins des communications, toute information peut être exprimée ou codée sous forme de séquences de signaux par tout ou rien, c'est-à-dire d'impulsions binaires. Il en résulte que des facteurs de transmission tels que la largeur de bande, le bruit, la distorsion et les rapports qui les unissent peuvent être exprimés sous forme quantitative.

Tout d'abord, la théorie de l'information a été appliquée aux questions de largeur de bande et de spectre de fréquences et au calcul du volume d'information que peut transmettre un système de télécommunication donné. Au cours des dernières années, l'aspect temporel de cette théorie est passé au premier plan, ce qui a permis de poser

268-269 *Une liaison transhorizon, mise en service en 1963, permet de réaliser de nombreuses communications téléphoniques ainsi que des transmissions de données entre la côte de l'Alaska, celle de la Colombie britannique et le réseau téléphonique des Etats-Unis. D'une longueur de 550 km, elle comprend 240 voies de téléphonie et de transmission de données.*

268

270

les bases théoriques de la modulation par impulsions, de la modulation par impulsions codées et du multiplexage par répartition dans le temps, techniques qui permettent toutes de transmettre des messages différents sur un même système non pas en les séparant selon les bandes de fréquences qu'ils occupent, mais en les entrelaçant dans le temps. Il a fallu au C.C.I.R. de longues années d'effort pour attirer l'attention des ingénieurs sur cette théorie en publiant de vastes bibliographies sur la question; c'est ainsi qu'un cinquième supplément à cette bibliographie, de plus de 100 pages, a été publié par le Comité en octobre 1960.

Mais le C.C.I.R. ne s'occupe pas seulement des aspects théoriques fondamentaux des radiocommunications. Un grand nombre de problèmes concrets ont été étudiés par ses commissions d'études, notamment la distorsion télégraphique, les émissions non essentielles, la stabilisation de fréquence des émetteurs et des récepteurs, les largeurs de bande et les vitesses de transmission. Au nombre de ces problèmes pratiques, on relève encore les spécifications des appareils d'alarme automatique fonctionnant sur la fréquence de détresse utilisée en radiotéléphonie par les navires de faible tonnage, les systèmes de radiogoniométrie et de radiolocalisation pour les navires et pour les avions, les faisceaux hertziens pour les transmissions de télévision et de téléphonie, etc. Il faut espérer que l'absence de normes internationales uniformes pour la télévision en noir et blanc ne se reproduira pas lorsqu'il sera question de transmettre la télévision en couleur sur des liaisons internationales. Depuis 1960, le C.C.I.R. s'est longuement consacré à l'étude d'un récepteur de radiodiffusion à prix modique pour les pays nouveaux et en voie de développement, problème qui avait été transmis à l'U.I.T. par l'U.N.E.S.C.O.

Pour terminer, passons à la dernière née des commissions d'études du C.C.I.R., la Commission des systèmes spatiaux et de la radioastronomie, qui a été créée en 1959. Son activité, commencée par correspondance, s'est poursuivie au cours des réunions de Washington en 1962 et de Genève en 1963, et a pris une extension imprévisible. Ses documents (avis, rapports, questions et programmes d'études) s'étendent sur 220 pages imprimées dans le volume IV des actes de la X^{e} Assemblée plénière, qui s'est tenue à Genève en 1963. De façon générale, les problèmes de son ressort ont été répartis en un certain nombre de chapitres: les satellites de télécommunication actifs ou passifs, la radiodiffusion à partir de satellites, les satellites de radionavigation, les satellites de météorologie, la recherche spatiale, la radioastronomie et l'astronomie par radiodétection.

Il nous suffira encore de prendre un seul exemple, celui de la raie de l'hydrogène, qui présente une importance capitale pour la radioastronomie. On sait depuis un certain temps que l'atome d'hydrogène neutre peut être représenté par le modèle d'un électron gravitant sur une orbite circulaire autour d'un proton. L'énergie de l'atome dépend du sens de rotation de l'électron et on a calculé qu'un électron modifie son sens de rotation une fois en moyenne

270 *Bloc studio moderne de radiodiffusion sonore à Broadcasting House (Londres).*

271 *Le nouveau réseau transcontinental de la Western Union comporte un certain nombre de stations à hyperfréquences comme celle-ci. Ce genre de relais, avec l'antenne directement sur le toit, est en général situé en un emplacement élevé, comme c'est le cas pour celui-ci, installé à Cleveland (Ohio).*

272

272 *Un centre vidéofréquence en 1960.*

273 *Médaille frappée par la Monnaie, à l'occasion de l'ouverture de la Maison de la Radiodiffusion-Télévision Française, à Paris.*

274 *Vue générale du Centre de télévision de la B.B.C., 1961.*

273

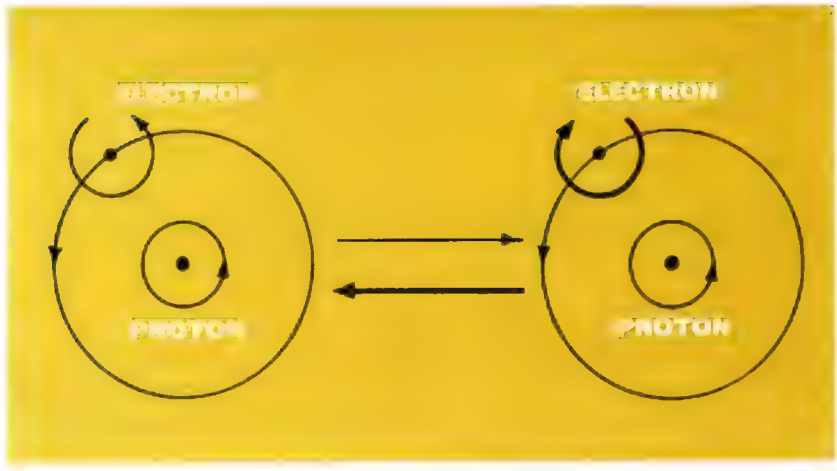
tous les onze millions d'années. Cette modification entraîne l'émission d'un rayonnement radioélectrique sur la fréquence 1 420,40 MHz (longueur d'onde approximative: 21 cm).

Bien que cet événement soit d'une extrême rareté, le nombre des atomes d'hydrogène que contiennent les nuages gazeux de la voie lactée est tel qu'il est possible de mesurer le rayonnement émis, sur la terre, à l'aide de radiotélescopes. Cette émission étant soumise à l'effet Doppler, de faibles variations de la fréquence reçue suffisent à indiquer la vitesse et le sens du déplacement des nuages d'hydrogène par rapport au système solaire et, partant, par rapport à notre planète. Il est bien compréhensible que les radioastronomes tiennent absolument à pouvoir faire des mesures complètes dans cette gamme de fréquences sans être exposés à des perturbations.

Lors de la Conférence des radiocommunications qui s'est tenue à Genève en 1959, la bande de fréquences 1 400-1 427 MHz a été attribuée à la radioastronomie, mais quelques pays s'étaient réservé le droit de l'utiliser aussi pour leurs services de radiocommunications.

Dans l'Avis 314 adopté par la dernière Assemblée plénière du C.C.I.R., celle qui s'est tenue à Genève au début de 1963, on relève notamment ce qui suit:

274



275

« Le C.C.I.R.,

considérant

. . . . .

b) que la protection de certaines fréquences contre les brouillages est absolument indispensable au progrès de la radioastronomie et des mesures qui s'y rapportent;

c) que, pour l'observation de raies spectrales connues, certaines bandes centrées sur des fréquences déterminées ont une importance particulière;

. . . . .

émet à l'unanimité l'avis

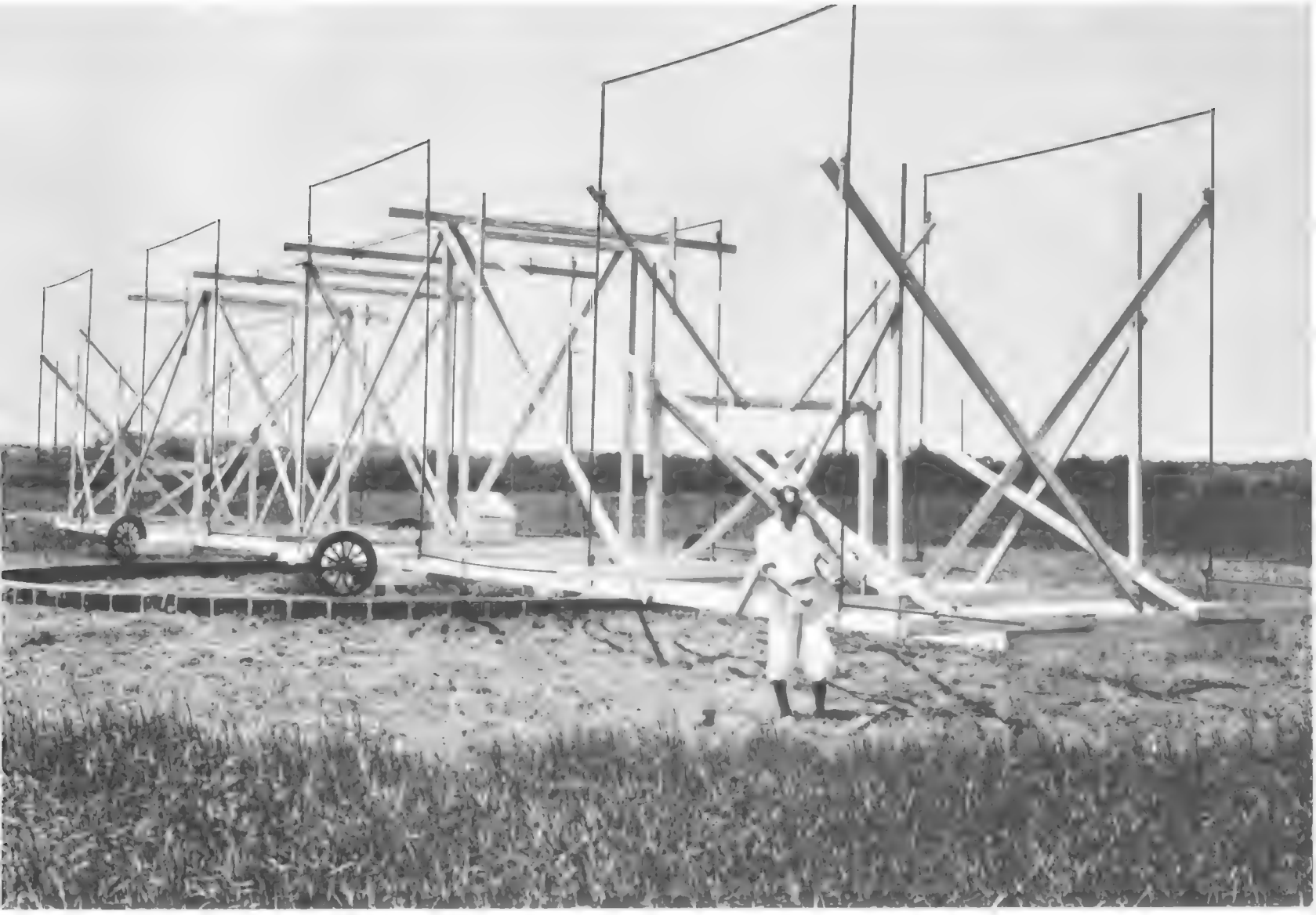
. . . . .

3. qu'une attention particulière soit donnée à l'octroi d'une protection internationale complète contre les brouillages des observations d'émissions qui ont effectivement lieu ou que l'on suppose exister dans les bandes ci-après:

Raie	*Fréquence de la raie (MHz)*	*Bande à protéger (MHz)*
Deutérium	327,4	322- 329
Hydrogène	1 420,4	1 400-1 427
OH	1 667	1 645-1 675».

Cet Avis a été porté à l'attention de la Conférence extraordinaire des radiocommunications, qui s'est tenue à Genève à la fin de 1963, et dont l'ordre du jour se rapportait exclusivement aux télécommunications spatiales et à la radioastronomie. Cette conférence a accepté à l'unanimité l'Avis du C.C.I.R. et a décidé de libérer la bande 1 400-1 427 MHz en l'attribuant exclusivement à la radioastronomie. Cette décision, d'une extrême importance pour la radioastronomie, s'inscrit dans la tradition véritable de l'U.I.T., celle d'une coopération internationale pacifique dans le domaine de la science pure et des techniques des télécommunications.

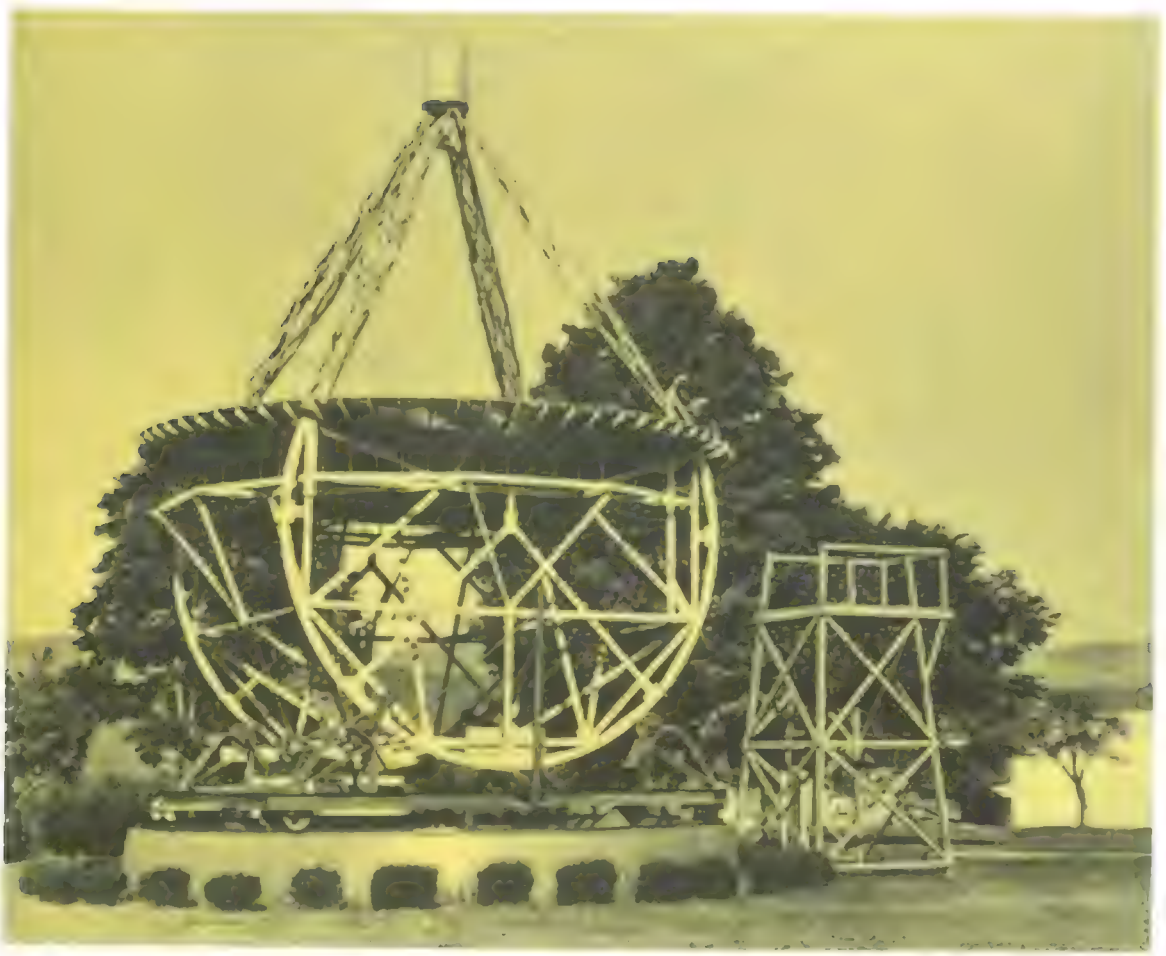
275 *L'inversion du spin de l'électron d'un atome d'hydrogène est un phénomène d'une telle rareté qu'il ne se produit qu'une fois en 11 millions d'années. Et cependant, les vastes nuages gazeux de notre galaxie contiennent suffisamment d'atomes d'hydrogène pour que cette inversion puisse être détectée sur notre planète au moyen de radiotélescopes observant la fréquence 1 420,4 MHz (onde de 21 cm), laquelle est actuellement réservée à la radioastronomie dans tous les pays du monde.*



276

Quarante ans après sa naissance, l'activité du C.C.I.R. s'est donc étendue bien au delà de ce que pouvaient concevoir ses fondateurs hésitants. Pourtant, il se pourrait que nous n'ayons encore assisté qu'à ses premiers pas. Au cours des dernières années, la spéculation s'est donné libre cours quant à l'existence d'autres êtres intelligents dans l'Univers et les bulletins scientifiques ont publié des études sérieuses sur les chances que nous avons de pouvoir entrer en contact avec eux. Il est bien certain que ceci ne sera possible que grâce aux radiocommunications, les seuls récepteurs appropriés étant les radiotélescopes. Certes, beaucoup hausseront les épaules, considérant que ces hypothèses relèvent de la fiction, comme l'auraient fait les délégués à la Conférence de Washington de 1927 si l'on avait parlé devant eux de satellites artificiels de la Terre. Mais, si un contact devait être établi par radio avec des intelligences extra-terrestres, il ne fait aucun doute qu'il appartiendrait au C.C.I.R. de fournir les renseignements techniques et d'indiquer les gammes de fréquences les mieux appropriées qui devraient être libérées pour permettre la réception des messages hertziens les plus importants qui auraient jamais été transmis à l'humanité.

276 *Une photographie historique de Karl G. Jansky, père de la radioastronomie, prise aux Bell Telephone Laboratories à Holmdel (New Jersey), à côté de l'antenne tournante qui lui permit de découvrir les ondes radioélectriques provenant de la Voie lactée. Cette antenne a été démontée en 1944.*



277

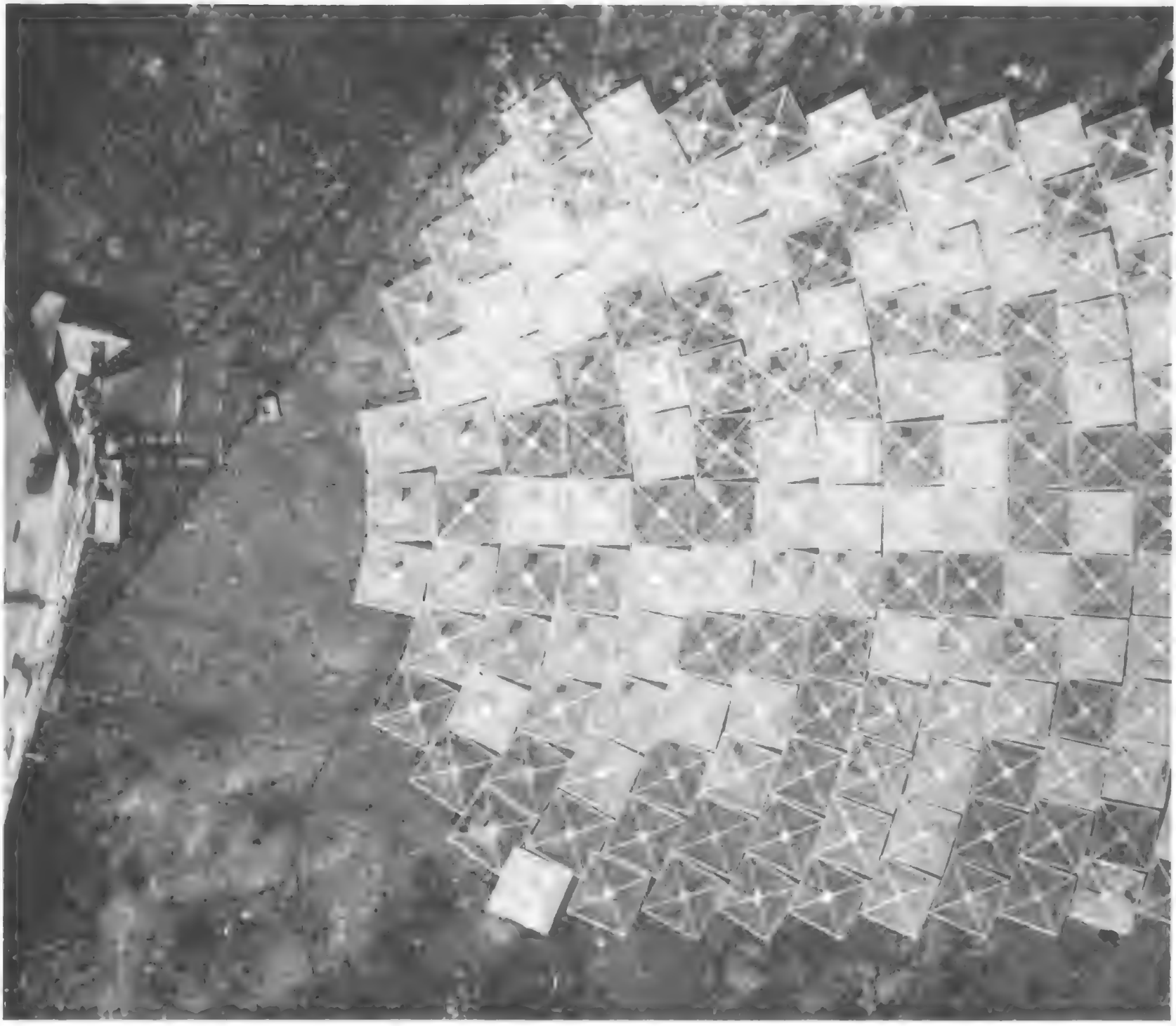
277 *L'un des premiers radiotélescopes, celui de Grote Reber, actuellement à Green Bank (Virginie occidentale).*

278 *Vue complète de l'antenne de l'observatoire de Jicamerca, à Lima (Pérou).*

278

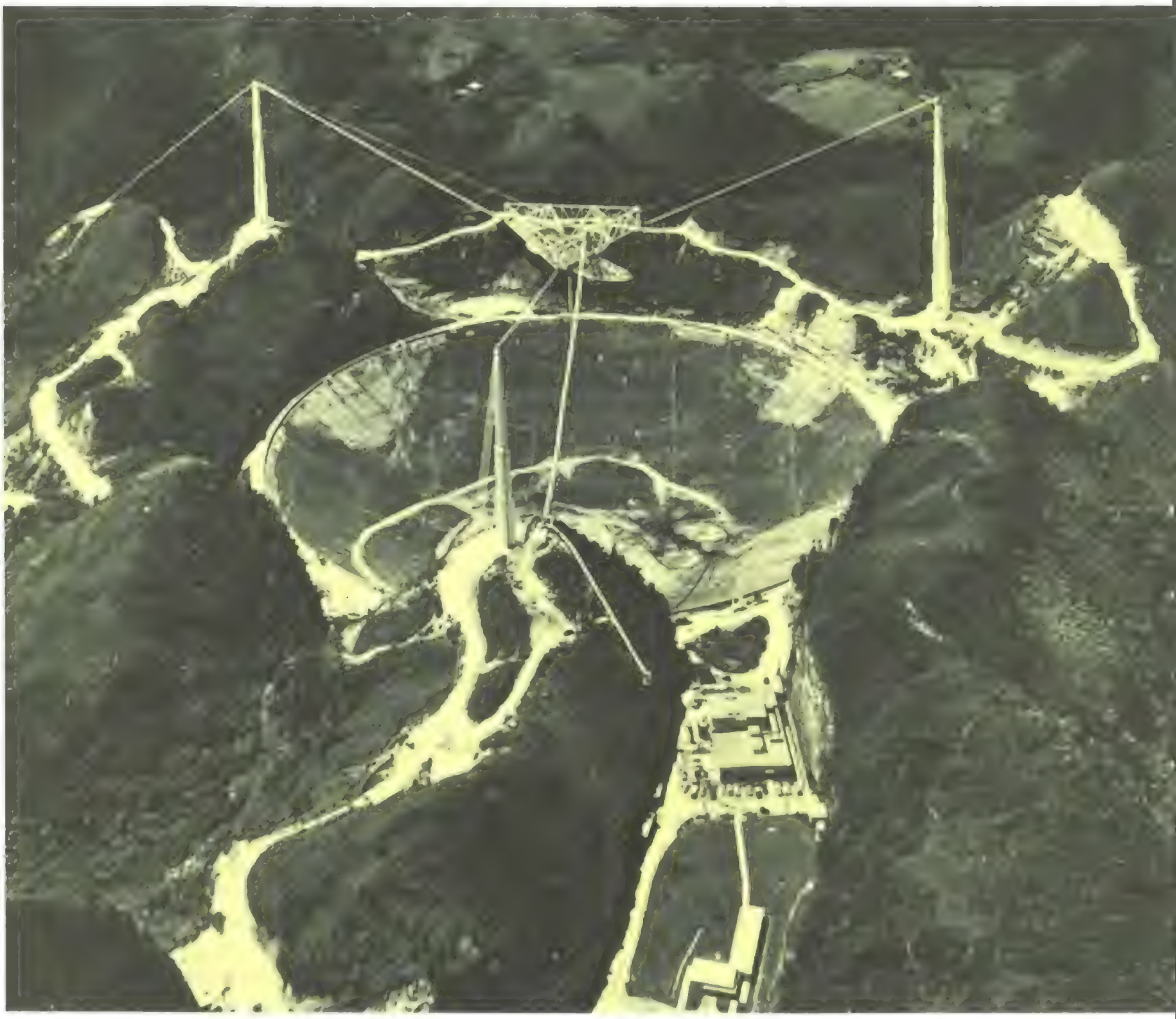
279

279 *Les deux antennes paraboliques de 20 m, utilisées à Table Mesa à Boulder, Colorado, U.S.A. pour les mesures de la troposphère.*



280

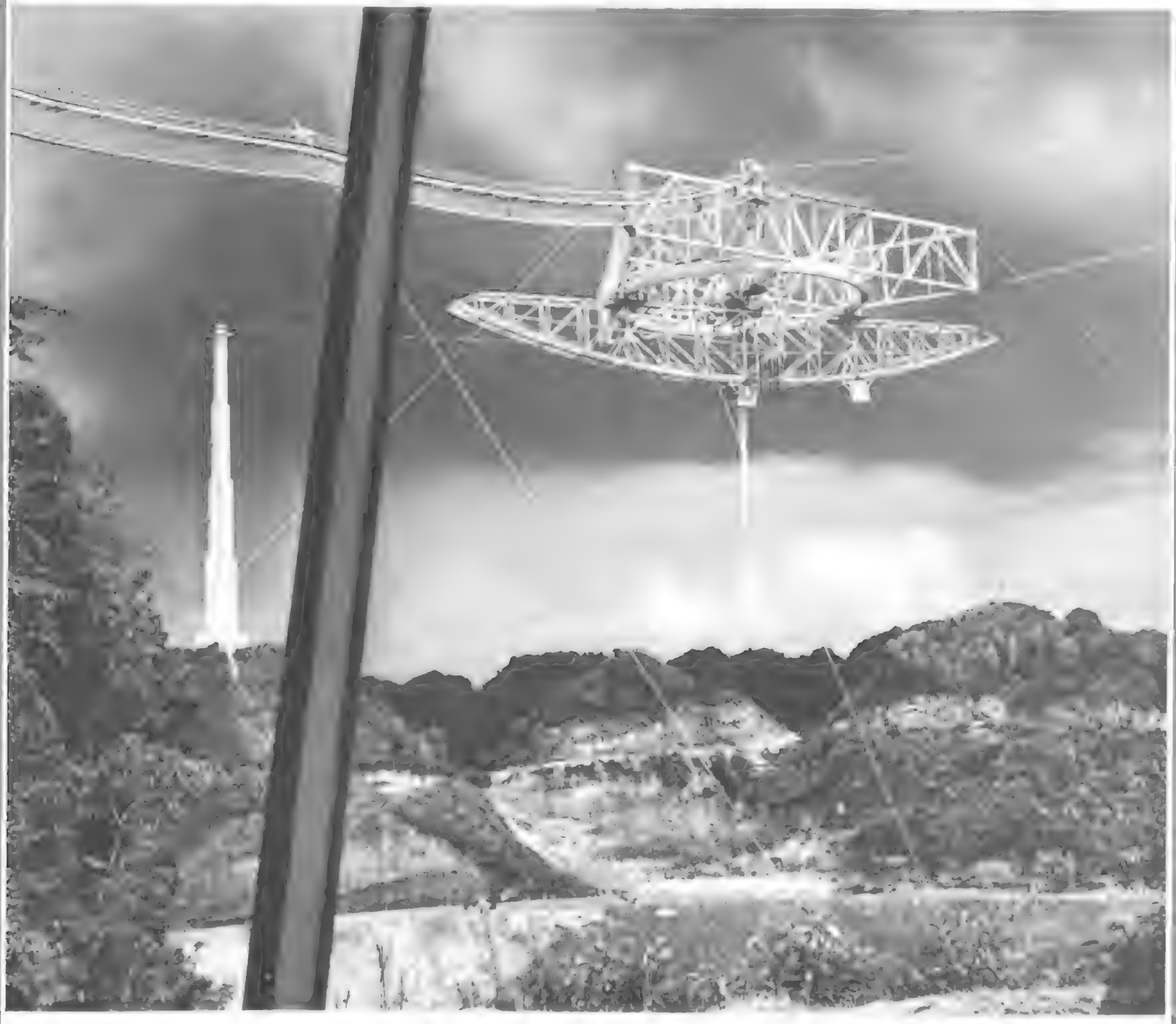
280 *Comme toutes les autres disciplines scientifiques, la radioastronomie est toujours à la recherche d'instruments nouveaux et plus puissants. Aux Etats-Unis, l'Office of Aerospace Research vient de procéder aux essais d'un nouveau système d'antenne, l'antenne à plaques multiples, formée de nombreux éléments dont chacun est un carré de 1,5 m de côté. Cette photographie, prise du haut d'une tour de 30 m, ne montre qu'un petit nombre de ces plaques, comprises dans un secteur de 20 m sur 40 m. Chaque plaque est réglable en hauteur et en orientation et c'est une calculatrice qui détermine sa position optimale. Au cours des essais, les plaques étaient orientées de manière à capter l'énergie émise par Cygnus A.*



281

281 *L'observatoire ionosphérique d'Arecibo est situé dans une région montagneuse au sud d'Arecibo, à Porto-Rico; l'altitude maximum de cette région est de l'ordre de 600 m. On voit ici l'antenne parabolique, les tours et le dispositif d'alimentation installé au-dessous de son support, enfin le bâtiment administratif. L'observatoire d'Arecibo est exploité par la Cornell University; ce sont d'ailleurs les savants de cette université qui en ont établi les plans. Sa construction, confiée à la United States Advanced Research Projects Agency, a coûté près de 9 millions de dollars. Il a été mis en service le 1er novembre 1963.*

282 *Le dispositif d'alimentation est suspendu librement au support au-dessous duquel se trouve l'antenne parabolique de l'observatoire ionosphérique d'Arecibo. L'ensemble du support et de la ligne d'alimentation pèse 550 tonnes, soit deux fois plus que la statue de la Liberté à l'entrée du port de New York. Le support est accroché à des câbles ancrés sur trois tours proches des bords de l'antenne parabolique. L'antenne, d'une longueur de 30 m, peut être descendue en cas de violente tempête.*



282

283 *Le radiotélescope de Parkes (Nouvelle-Galles du Sud), en service depuis octobre 1961, a déjà grandement contribué à étendre nos connaissances de l'Univers. Son antenne de 64 m de diamètre est complètement orientable. Parkes est situé à 320 km à l'ouest de Sydney, dans un endroit écarté où le niveau des brouillages d'origine électrique est très faible.*

La Liste internationale des fréquences et le Comité international d'enregistrement des fréquences (I.F.R.B.)

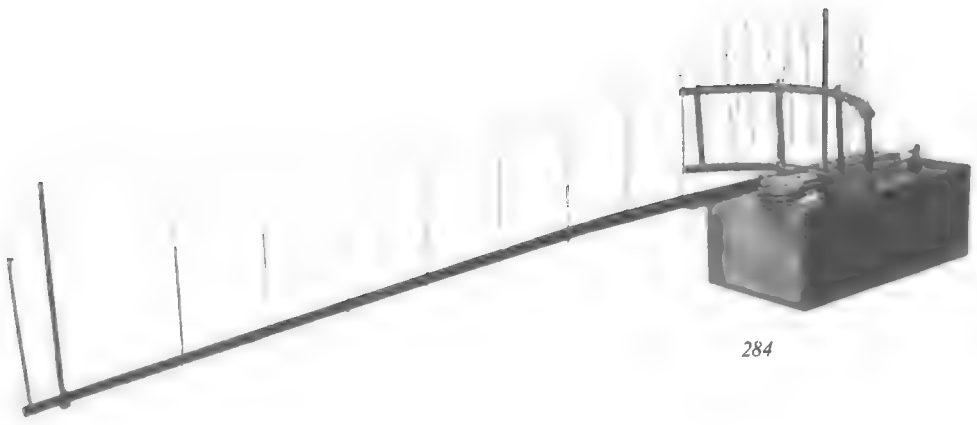
Il est indiscutable que c'est l'attribution des bandes de fréquences aux divers services, l'enregistrement des assignations de fréquence et l'utilisation rationnelle du spectre qui ont posé à l'U.I.T. les problèmes les plus ardus et les plus complexes au cours de la seconde moitié de son premier siècle d'existence. Dans ce domaine, conférence après conférence, les délégués se sont heurtés à ce fait physique contre lequel ils ne pouvaient rien, l'étendue limitée de la partie du spectre utilisable pour les radiocommunications, avec cette conséquence que l'on ne peut dans le monde faire fonctionner qu'un nombre limité de liaisons radioélectriques sans brouillages mutuels intolérables.

Dès la première conférence internationale radiotélégraphique, celle de Berlin en 1906, il apparut souhaitable d'affecter certaines fréquences à certains usages; c'est ainsi que les fréquences 500 kHz et 1 000 kHz furent attribuées à la correspondance publique dans le service mobile maritime, et les fréquences inférieures à 188 kHz aux communications à grande distance des stations côtières. D'autres fréquences furent attribuées à d'autres services par les conférences ultérieures, à mesure que les utilisateurs, en nombre toujours croissant, présentaient des demandes à cet effet. Pendant un certain temps, tant que le nombre des liaisons radioélectriques fonctionnant dans le monde entier ne fut pas trop élevé, ces problèmes ne présentèrent heureusement pas trop de difficultés.

Il y a une quarantaine d'années, les chercheurs — auxquels les amateurs apportèrent d'ailleurs la contribution de leurs expériences ouvrirent la voie à l'utilisation des fréquences supérieures du spectre, ce qui permit d'attribuer ces fréquences à de nouveaux services, à mesure qu'elles se révélaient utilisables. La progression vers les hautes fréquences a été rapide: lors de la Conférence de Washington (1927), la limite supérieure des bandes de fréquences attribuées n'était encore que de 30 MHz; à Madrid (1932), elle fut portée à 60 MHz, puis à 200 MHz au Caire (1938), avant d'atteindre 10,5 GHz à Atlantic City (1947) et 40 GHz à Genève (1959). Quant à la limite inférieure, elle a toujours été de 10 kHz.

L'une des plus importantes décisions de la Conférence de Washington (1927) fut d'ajouter au Règlement des radiocommunications une clause selon laquelle chaque administration devait notifier au Bureau de Berne toute nouvelle station radioélectrique, avec sa fréquence et diverses caractéristiques techniques. Telle est l'origine de la *Liste des fréquences*, que le Bureau de Berne établit et tint à jour à partir de 1928, c'est-à-dire dès l'entrée en vigueur du Règlement de Washington. Mais il faut observer que ce Bureau ne jouissait pas de pouvoirs discrétionnaires. Il ne pouvait que prendre note de la nouvelle station et de sa fréquence; s'il existait déjà ailleurs une autre station utilisant la même fréquence et risquant manifestement d'être brouillée par la station nouvellement notifiée, le Bureau n'y pouvait pas grand chose, et il n'existait aucun mécanisme de conciliation.

En 1947, à l'époque de la Conférence d'Atlantic City, la Liste de Berne ne comptait pas moins de 45 000 inscriptions sur des fréquences inférieures à 20 MHz. De plus, par suite du développement extraordinaire des liaisons radio



284

à des fins militaires au cours de la guerre de 1939-1945, il y avait un nombre considérable de stations qui fonctionnaient sans que leurs fréquences aient jamais été notifiées au Bureau de Berne. Bien souvent, ces fréquences étaient celles que des stations d'autres pays avaient utilisées avant cette guerre, et dont les hostilités avaient provisoirement suspendu l'emploi. De ce fait, l'utilisation du spectre était devenue chaotique. De plus, la technique avait fait de grands progrès depuis la dernière conférence des radiocommunications, celle du Caire, qui remontait à 1938, et cela surtout dans la connaissance de la propagation des ondes décamétriques. Aussi reconnut-on la nécessité d'un mécanisme de coordination internationale, de contrôle et de conciliation pour l'emploi des fréquences; et c'est ainsi que l'idée de créer un Comité international d'enregistrement des fréquences se développa dans divers milieux.

Le groupe de travail que la Conférence d'Atlantic City avait chargé de rédiger le mandat d'un tel Comité prit rapidement conscience de la difficulté fondamentale du problème: comment donner au Comité des pouvoirs plus vastes que ceux dont avait joui le Bureau de Berne sans cependant restreindre indûment le droit de chaque pays d'utiliser les fréquences qu'il estimait le plus indiquées? Selon le président de ce groupe de travail, le rôle du Comité devrait être «celui d'un témoin, et rien de plus»: un peu comme le *Lloyds* de Londres, l'I.F.R.B. serait un organisme de vérification.

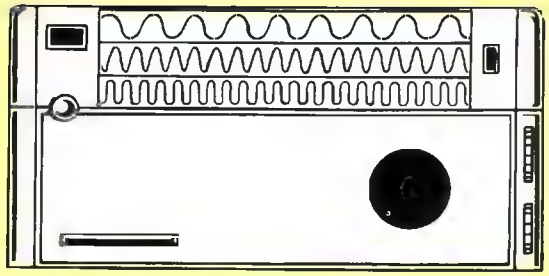
Il était cependant évident que le Comité aurait pour mission de s'efforcer d'éviter les brouillages nuisibles entre les services radioélectriques des différents pays; il devrait également s'efforcer de parvenir à ce que le spectre fût utilisé de manière plus efficace et plus ordonnée. On introduisit à cet effet deux colonnes dans la Liste des fréquences, celle des « notifications » et celle des « enregistrements »; la première servirait simplement à indiquer à quelle date avait été reçue la notification selon laquelle une station nouvelle utilisait une fréquence donnée pour tel ou tel service; dans la seconde seraient inscrites les assignations qui, à condition de satisfaire aux dispositions pertinentes du Règlement des radiocommunications, auraient « le droit à la protection internationale contre les brouillages nuisibles». Cette tâche nouvelle, celle de l'enregistrement des assignations, conférait à l'I.F.R.B. un certain caractère juridique; il fallait donc que ce Comité s'imposât au respect librement consenti de toutes les administrations par son statut et par son impartialité.

Finalement, il fut décidé à Atlantic City qu'un Comité de onze experts de la technique des radiocommunications, présentés par leurs pays respectifs, et tous ressortissants de pays différents, serait élu au concours international par la conférence des radiocommunications à laquelle participent les experts radioélectriciens des pays membres de l'Union. Les membres du Comité devaient être choisis sur la base d'une répartition géographique équitable. La Convention d'Atlantic City n'exigeait pas seulement d'eux des compétences techniques; elle ajoutait en effet: «...ils

284 *Les antennes directives pour ondes métriques ont été imaginées en 1925 par le Dr H. Yagi et le Dr S. Uda. Elles sont maintenant d'usage courant dans le monde entier. On voit ici la première «antenne Yagi», telle qu'elle a été conservée à Tokio.*

285 *Pour la radiodiffusion, la partie du spectre ayant fait l'objet d'attributions par accord international se divise en trois bandes principales.*

286 *Le pylône et l'antenne cylindrique à fentes de la station de radiodiffusion à ondes métriques de Wrotham (Angleterre) en 1950. Dans les stations qui émettent à la fois des programmes de radiodiffusion sonore et de télévision, les deux antennes sont montées sur le même mât, l'antenne de télévision étant généralement la plus élevée des deux.*



Bande des ondes kilométriques et hectométriques 10 kHz-3 000 kHz
Les ondes kilométriques permettent d'obtenir une couverture efficace sur une zone étendue. Grâce aux effets conjugués de la propagation de l'onde de sol et de l'onde d'espace, la réception des ondes hectométriques est généralement bonne, de jour comme de nuit, dans un rayon de 80 km; de nuit, elle est assez bonne jusqu'à une distance de plusieurs centaines de kilomètres. Dans ces bandes, les attributions de fréquences se font sur une base régionale.

Bande des ondes décamétriques 3 000 kHz-30 MHz
Dans cette bande, les ondes se prêtent particulièrement bien aux communications à grande distance. Les ondes décamétriques font l'objet d'une forte demande mais le nombre des fréquences disponibles est limité. La plupart des attributions sont mondiales dans cette bande, dont six grandes portions sont réservées à la radiodiffusion générale, tandis que plusieurs petites portions sont utilisées exclusivement pour les besoins de la radiodiffusion tropicale.

Bande des ondes métriques, decimétriques et centimétriques 30 MHz-40 GHz.
Les ondes de ces bandes conviennent généralement mieux aux liaisons à faible distance; elles peuvent ainsi être réparties sur une base régionale plutôt que mondiale. Dans ces bandes les attributions au service de radiodiffusion ne se différencient pas, qu'il s'agisse de la radiodiffusion sonore ou télévisuelle.

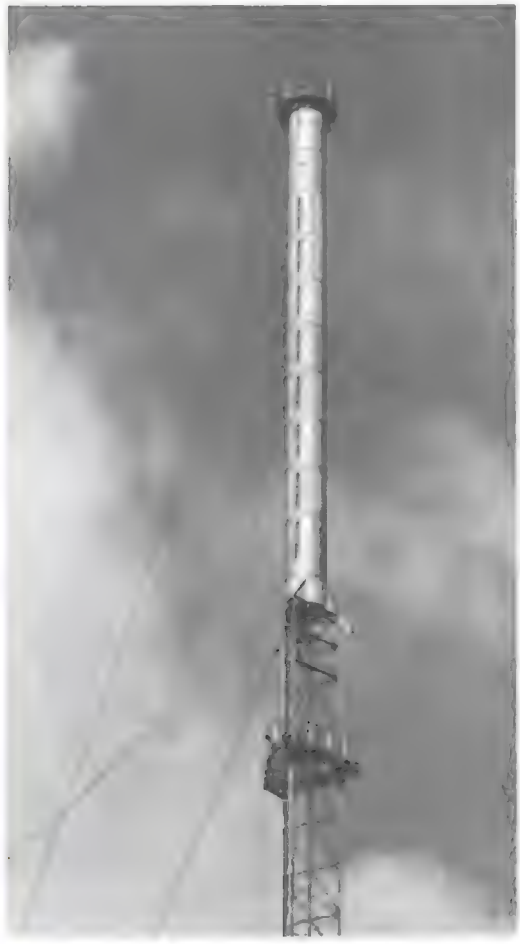
DANS CHAQUE BANDE UNE PORTION EST RÉSERVÉE A LA RADIODIFFUSION

PORTION EXCLUSIVEMENT RÉSERVÉE A LA RADIODIFFUSION

PORTION PARTAGÉE AVEC D'AUTRES SERVICES

PORTION ENTIÈREMENT RÉSERVÉE A D'AUTRES SERVICES

285



286

s'acquittent de leur tâche, non comme des représentants de leurs pays respectifs, ou d'une région, mais comme des agents impartiaux investis d'un mandat international ». Le Règlement des radiocommunications stipulait en outre que: « ...chaque membre doit être au courant des conditions géographiques, économiques et démographiques d'une région particulière du globe ». Depuis 1948, le Comité international d'enregistrement des fréquences fonctionne ainsi selon les dispositions de la Convention et celles du Règlement des radiocommunications.

La première chose à faire, d'après les décisions de la Conférence d'Atlantic City, consistait à établir une nouvelle Liste internationale des fréquences, qui servirait de point de départ au nouveau Comité après la mise en vigueur du tableau de répartition des bandes de fréquences adopté par la Conférence des radiocommunications d'Atlantic City. Ce nouveau tableau était en effet fort différent de celui établi par la Conférence du Caire en 1938, surtout en raison de l'importance considérable prise par le service mobile aéronautique et par le service mobile maritime.

La signification juridique du tableau d'Atlantic City était de plus notablement renforcée par rapport à celle du tableau du Caire, lequel ne constituait rien de plus qu'une recommandation. On considérait en outre l'établissement de la nouvelle Liste comme de nature à faciliter et accélérer les nombreux transferts d'assignations requis dans les bandes inférieures à 27,5 MHz. Mais, en raison de la grande importance attachée par chaque membre de l'Union à ce qu'aucune de ses liaisons, et notamment ses liaisons à grande distance, ne souffrît d'interruption, on décida que la nouvelle Liste serait soumise à l'approbation d'une conférence administrative des radiocommunications spécialement réunie à cet effet.

Une série de conférences et réunions furent convoquées à partir du début de 1948 pour mettre au point le projet de nouvelle Liste. Des conférences régionales, notamment pour la Région 1, la Région 2, la Région 3, la zone européenne de radiodiffusion, la zone nord-américaine de radiodiffusion, la zone maritime européenne, les radiophares maritimes en Europe, etc., établirent le projet de Liste pour les bandes comprises entre 150 et 4 000 kHz; une conférence aéronautique, qui siégea en 1948 et en 1949, traita les bandes attribuées en exclusivité au service mobile aéronautique entre 2 850 et 18 030 kHz.

Les bandes attribuées en exclusivité au service de radiodiffusion entre 5 950 et 26 100 kHz firent l'objet de plusieurs conférences successives, dont la première se tint à Atlantic City et les suivantes à Mexico puis à Florence et Rapallo.

L'utilisation des ondes décamétriques pour la radiodiffusion, comme d'ailleurs pour les autres services, se caractérise par l'instabilité de leur propagation, dont les conditions varient selon l'heure du jour, la saison de l'année

et l'activité solaire, laquelle suit un cycle de onze ans. On comprend donc qu'il n'est pas possible d'utiliser la même fréquence d'un bout à l'autre de l'année, ni même de la journée, pour émettre un programme de radiodiffusion destiné à un point du globe très éloigné. Aussi fut-il décidé que l'on établirait, pour la radiodiffusion à ondes décamétriques, un plan de répartition des fréquences spécial permettant de faire face, de saison en saison, aux besoins des différents pays pendant tout le cycle d'activité solaire.

Pour établir le projet de la nouvelle Liste internationale des fréquences pour les bandes comprises entre 4 000 et 27 500 kHz attribuées aux services autres que la radiodiffusion (c'est-à-dire surtout les bandes du service fixe et du service mobile maritime), la Conférence d'Atlantic City institua un vaste groupe d'experts des administrations, qu'elle appela le « Comité provisoire des fréquences » (C.P.F.), dont les membres de l'I.F.R.B. faisaient partie en tant que « membres internationaux ». Le C.P.F. devait incorporer à son propre projet le résultat des travaux de toutes les conférences précitées, de manière que la Conférence spéciale pût être saisie d'un projet de nouvelle Liste complet.

Le C.P.F. siégea à Genève de janvier 1948 à février 1950. Il tint 38 séances plénières, en plus d'une quantité de réunions de commissions et de groupes de travail. Ses travaux furent loin d'être aisés. Nous nous bornerons à illustrer cette affirmation par l'exemple suivant: dans une certaine bande, celle de 6 765 à 7 000 kHz, large, comme on le voit, de 235 kHz, ce Comité aurait dû pouvoir aménager 3 236 demandes, et il lui aurait fallu disposer pour cela de 16 100 kHz si chaque fréquence avait dû être assignée en exclusivité à une station d'un seul pays.

Les désaccords entre les participants en arrivèrent à un tel point que les délégués de sept pays se retirèrent du C.P.F. en octobre 1949. Cependant, lorsqu'il mit finalement un terme à ses travaux, le C.P.F. était arrivé à établir des plans d'assignations pour près de 82% de la totalité des bandes qui lui avaient été confiées, entre 14 et 150 kHz et entre 4 000 et 27 500 kHz.

Après avoir passé en revue les travaux du C.P.F. et des autres conférences chargées d'établir le projet de la nouvelle Liste, le Conseil d'administration de l'U.I.T. décida de convoquer en 1950 la Conférence spéciale envisagée à Atlantic City. Cependant, les chances d'un accord lui apparurent ensuite si minces qu'il préféra la reporter au mois d'août 1951. Cette conférence se réunit en effet à Genève en 1951 et dura cinq mois. Elle est connue sous le nom de C.A.E.R. (Conférence administrative extraordinaire des radiocommunications).

La C.A.E.R. de 1951 accepta les listes qui avaient été établies pour les bandes de fréquences inférieures à 4 000 kHz ainsi que pour les bandes d'ondes décamétriques attribuées en exclusivité au service mobile, maritime et aéronautique. Pour les autres bandes inférieures à 27 500 kHz, elle adopta certaines procédures intérimaires « évolutives » devant permettre de transférer progressivement les stations dans les bandes de fréquences appropriées

à leur service. Elle chargea l'I.F.R.B. de coordonner la mise en œuvre des procédures évolutives, de manière que les assignations non conformes au tableau de répartition puissent être transférées de manière ordonnée.

Comme les conférences de radiodiffusion à ondes décamétriques n'étaient malheureusement pas parvenues à établir un plan qui ralliât les suffrages de tous les membres de l'Union, la C.A.E.R. chargea l'I.F.R.B. d'établir des plans de radiodiffusion undécennaux fondés sur de nouvelles demandes que devraient soumettre les administrations. Elle pria enfin le Conseil d'administration de suivre l'état d'avancement de la mise en application du tableau de répartition d'Atlantic City. Cette conférence ne réussit pas à faire l'unanimité parmi ses participants; ses Actes finals n'en furent pas moins signés par 63 pays, alors que neuf pays refusèrent de s'y joindre, dont les sept qui, deux ans auparavant, avaient retiré leurs représentants du C.P.F.

Les efforts de l'I.F.R.B. et la collaboration sans réserve que lui apportèrent les membres de l'Union eurent pour résultat que la Conférence administrative des radiocommunications qui se tint à Genève en 1959 put constater que le tableau d'Atlantic City était pratiquement mis en application dans la très grande majorité des cas entre 14 et 27 500 kHz. Cela était dû à la mise en œuvre des plans et listes dans les bandes pour lesquelles les conférences précédentes avaient pu en établir et, dans les autres bandes, au succès des procédures évolutives imaginées par la C.A.E.R. de 1951.

La Conférence de Genève décida donc de mettre le tableau en vigueur, sans d'ailleurs le modifier sensiblement dans cette partie du spectre. Ceci signifie, aux termes du Règlement, qu'une station qui fonctionne en dérogation à ce tableau ou à toute autre disposition du Règlement, doit ne causer aucun brouillage nuisible à une station qui respecte intégralement ledit Règlement. Comme nous le verrons plus loin, la Conférence de Genève a notablement étendu les tâches de l'I.F.R.B., qui n'est plus seulement chargé de tenir à jour le « Fichier de référence international des fréquences », dont le contenu est porté périodiquement à la connaissance des administrations sous la forme de la Liste internationale des fréquences — laquelle comporte actuellement 573 000 lignes de renseignements, dont 468 000 concernent des assignations sur des fréquences inférieures à 28 MHz. Il est bon d'ajouter que le Comité est tenu d'envoyer aux administrations une circulaire hebdomadaire pour porter rapidement à leur connaissance les notifications qu'il a reçues et les conclusions qu'il a formulées.

La tenue à jour du Fichier de référence selon les procédures fixées en détail dans le Règlement des radiocommunications implique l'examen technique de toute assignation, nouvelle ou modifiée, dans les bandes d'ondes courtes, moyennes ou longues. Pour ce travail, aussi vaste qu'important, le Comité doit évaluer la probabilité pour que l'assignation considérée crée des brouillages nuisibles au détriment d'assignations déjà en service.

Selon le résultat des calculs techniques auxquels il s'est livré, l'I.F.R.B. formule, pour chaque assignation, une conclusion favorable ou défavorable, qui est inscrite dans le Fichier de référence et dans la Liste internationale des fréquences au moment où l'assignation y est insérée. Ces conclusions, fondées sur des données strictement techniques, confèrent aux administrations certains droits (le droit à la protection internationale, ou tout au moins à la reconnaissance internationale officielle) et leur créent des devoirs (le devoir de respecter les droits des autres). Ces droits et ces devoirs sont invoqués par les administrations lorsqu'elles discutent de cas de brouillages nuisibles effectivement survenus.

Vu l'étendue limitée du spectre des fréquences, on conçoit que tout droit conféré à une administration implique une réduction, ou tout au moins quelque limitation, de ceux des autres administrations. Un tel droit peut d'ailleurs être de grande portée tant sur le plan commercial que politique ou culturel. On pourrait à ce propos comparer l'I.F.R.B. à un organisme qui réglemente le trafic sur les routes de la radio en donnant aux assignations de fréquence le feu vert, jaune ou rouge après avoir scrupuleusement examiné le plus ou moins grand état d'encombrement des voies.

Les Conférences des radiocommunications d'Atlantic City (1947) et de Genève (1959) décidèrent donc que seul un comité international, composé d'experts indépendants dont « aucun membre ne doit, relativement à l'exercice de ses fonctions, demander ni recevoir d'instructions d'aucun gouvernement, ni d'aucun membre d'un gouvernement quelconque, ni d'aucune organisation ou personne publique ou privée », était en mesure de formuler des conclusions impartiales fondées sur des bases exclusivement techniques. Le Comité étant tenu de prendre ses décisions à l'unanimité dans toute la mesure du possible, ou sinon à la majorité des deux-tiers, ses conclusions ont le poids voulu pour être acceptées et respectées.

Le Comité fait ses calculs sur la base de normes techniques qu'il établit lui-même d'après les Recommandations des conférences, les Avis du C.C.I.R. et les autres données dont il dispose. Une calculatrice électronique a été installée en 1962 dans le bâtiment de l'Union, pour aider l'I.F.R.B. dans tous les calculs qu'exigent ses travaux ainsi que dans la publication de la Liste internationale des fréquences, des circulaires hebdomadaires de l'I.F.R.B. et autres documents.

Le Règlement des radiocommunications prévoit une procédure selon laquelle, afin que le Fichier de référence reflète à tout instant la situation exacte de l'occupation du spectre, le Comité peut ouvrir une enquête sur tous les cas douteux. Par exemple, si la probabilité de brouillages nuisibles a conduit l'I.F.R.B. à formuler une conclusion défavorable à l'égard d'une nouvelle fiche de notification, l'administration dont émane celle-ci peut faire valoir

qu'elle utilise la station en question depuis au moins soixante jours sans avoir reçu de plainte de qui que ce soit. En pareil cas, le Comité s'adresse aux administrations au nom desquelles sont inscrites dans le Fichier des assignations qui, selon ses calculs, risquent d'être brouillées par l'assignation nouvelle. Cette enquête conduit l'I.F.R.B. à vérifier quelle est la situation exacte en collaboration avec les administrations intéressées et, le cas échéant, à annuler l'inscription de certaines assignations qui peuvent ne plus être utilisées. Les résultats de l'enquête sont inscrits dans le Fichier, le but étant d'aboutir à ce que, pour les bandes dans lesquelles aucune nouvelle liste n'a été adoptée par la C.A.E.R. de 1951, la Liste internationale des fréquences se présente finalement comme s'il s'agissait d'une liste établie d'après de bons principes techniques.

La notification et l'enregistrement des assignations de fréquence aux stations de satellite et aux stations terriennes qui communiquent avec elles font l'objet d'une procédure spéciale qui a été élaborée en 1963 par la Conférence administrative extraordinaire des radiocommunications spatiales.

L'I.F.R.B. est également chargé d'intervenir dans les cas de brouillages nuisibles où les contacts directs entre les administrations intéressées n'ont pas été possibles ou n'ont pas abouti à une solution satisfaisante.

En ce qui concerne la radiodiffusion à ondes décamétriques, la Conférence des radiocommunications de 1959, après avoir examiné le projet de plan undécennal mis au point par l'I.F.R.B. en exécution des décisions de la C.A.E.R. de 1951, convint finalement d'abandonner l'idée de planification à long terme pour la remplacer par une procédure spéciale qui est essentiellement une méthode de planification à courte échéance. Cette procédure permet aux membres de l'Union de surveiller de près les fréquences qui sont effectivement utilisées, à tout moment du jour ou de la nuit, dans les bandes attribuées en exclusivité au service de radiodiffusion à ondes décamétriques, et de notifier au Comité les émissions qu'ils se proposent de faire, avec la fréquence correspondante pour chacune des saisons.

Ces notifications ne sont pas imprimées sous forme de listes, mais présentées tous les trois ou quatre mois sous forme de diagrammes d'horaires d'exploitation. Il est donc alors très simple de connaître non seulement la fréquence et les caractéristiques de chaque station, mais encore les heures pendant lesquelles elle fait ses émissions.

Le Comité présente de plus aux administrations des suggestions concernant l'utilisation de fréquences déterminées, et signale, dans les diagrammes susmentionnés, les cas d'incompatibilité, c'est-à-dire de risques de brouillages mutuels entre deux stations émettant sur des fréquences égales ou très voisines à destination d'une même région ou de deux régions très rapprochées. Si une administration lui en fait la demande, le Comité s'efforce de trouver une ou plusieurs fréquences convenant pour ses émissions. Il suggère s'il y a lieu aux administrations toute modification de fréquence de nature à améliorer l'exploitation. La circulaire hebdomadaire de l'I.F.R.B. fait connaître les der-

287

287 *Une aide à la navigation aérienne civile: le VOR (radiophare omnidirectionnel à très hautes fréquences) de Vanghärad, près de Stockholm.*

nières modifications à l'horaire trimestriel en vigueur qui ont été portées à la connaissance du Comité. Un résumé trimestriel, dans lequel il est tenu compte de toutes ces modifications, est publié sous le titre d'Horaire de radiodiffusion à ondes décamétriques.

Une autre tâche de l'I.F.R.B. consiste à publier des rapports sur le contrôle international des émissions. Ce contrôle est un moyen indispensable pour s'assurer qu'une station émet effectivement sur la fréquence notifiée ou encore pour constater qu'elle s'en est écartée à un point tel que les stations fonctionnant sur des fréquences adjacentes risquent d'être brouillées. Le contrôle dont il s'agit n'est pas fait par l'I.F.R.B., mais par les administrations des membres de l'Union, qui communiquent au Comité les résultats des mesures faites dans leurs centres de contrôle. Le Comité examine ces résultats, les compare, les résume et les publie sous la forme de Résumés mensuels.

L'I.F.R.B. doit encore aider les administrations, notamment celles des pays nouveaux et en voie de développement, à trouver des fréquences leur permettant de faire face aux besoins croissants de leurs systèmes de radiocommunications. Cette tâche occupe une partie de plus en plus grande de l'activité du Comité, d'autant plus que le spectre est si encombré que l'utilisation d'une fréquence nouvelle par une administration n'est plus guère possible que si une autre administration abandonne cette fréquence ou tout au moins restreint l'usage qu'elle en faisait.

Le Comité organise de temps en temps à Genève des cycles d'études ayant pour objet de renseigner les fonctionnaires des pays nouveaux et en voie de développement sur des questions touchant au choix et à l'utilisation des fréquences ainsi qu'au matériel nécessaire. Ces cycles ont eu un grand succès et ont permis aux fonctionnaires des administrations en question de se familiariser avec les problèmes relatifs à l'utilisation et la gestion du spectre des fréquences.

L'I.F.R.B. a encore une autre tâche: celle de préparer les conférences des radiocommunications du point de vue technique, afin d'en réduire la durée au minimum. C'est ainsi qu'il a été en mesure entre 1960 et 1965 de présenter à plusieurs de ces conférences, mondiales ou régionales, de nombreux documents contenant les résultats de ses études sur les sujets à traiter par elles, ainsi que des projets de plans d'assignations, des projets d'accord, etc. Il a également participé très étroitement, en 1961 et 1963, aux travaux d'un groupe d'experts qui avait été créé par la Conférence des radiocommunications de 1959 afin d'étudier les moyens de réduire l'encombrement des bandes de fréquences comprises entre 4 000 et 27 500 kHz.

De par ses fonctions, le Comité est amené à coopérer étroitement et quotidiennement avec nombre d'organisations internationales intéressées à l'utilisation des fréquences. Parmi celles-ci, nous citerons les Nations Unies, en ce qui concerne le fonctionnement de leur propre réseau de radiocommunications, leurs institutions spécialisées telles

288 *L'aviation mondiale ne peut pas se passer des télécommunications, que ce soit pour les renseignements en vol ou pour l'atterrissage. Le bâtiment de contrôle de l'aéroport de Londres (1956) est caractéristique des moyens radio mis en œuvre dans un aéroport moderne.*

289

289 *Ce pylône, isolé dans la campagne, met la télévision à la portée de nombreux spectateurs suédois.*

que l'O.A.C.I., l'O.M.M. et l'U.N.E.S.C.O. (pour ce qui est de la Commission océanographique intergouvernementale), des organisations internationales de radiodiffusion comme l'O.I.R.T. et l'U.E.R., des organisations scientifiques comme le C.O.S.P.A.R. et l'I.U.C.A.F., enfin des organisations spécialisées telles que l'Interpol, la Commission du Danube et le Comité international radio-maritime.

Composé d'« agents impartiaux investis d'un mandat international », celui de gérer le spectre des fréquences, l'I.F.R.B. a eu depuis sa création un caractère international et a joui d'une totale indépendance. Selon sa constitution, son président change chaque année, ce qui contribue encore à assurer qu'aucun membre du Comité ne puisse exercer une influence illégitime sur les travaux et les décisions du Comité.

Depuis bientôt vingt ans qu'il existe, l'I.F.R.B. a rarement eu la tâche facile. L'art des radiocommunications a fait d'incroyables progrès depuis l'époque de la Conférence d'Atlantic City et l'essor qu'elles ont pris en tous les points du globe ont amené ces dernières années à confier au Comité, en plus de sa tâche fondamentale — la tenue à jour du Fichier de référence avec la détermination des droits à la protection internationale — un rôle dans un domaine plus dynamique, celui de la gestion du spectre des fréquences. Cette notion nouvelle englobe des aspects plus vastes de l'utilisation des fréquences: sa planification sur le plan national et international, la détermination de ses tendances d'avenir au moyen d'études à long terme, enfin la prévision en temps utile de toutes les difficultés auxquelles pourrait conduire l'application de certains principes mal compris.

290

290 *La station d'amateur la plus isolée au monde est sans doute KC4USV, qui se trouve dans l'Antarctique, à McMurdo. L'exploration du continent antarctique est inconcevable sans un réseau développé de radiocommunications. Où qu'ils se trouvent, dans une ville surpeuplée, en pleine campagne ou même dans l'Antarctique, les amateurs assis devant leur poste sont toujours prêts à rendre service.*

L'assistance aux pays nouveaux et en voie de développement

L'idée qu'un pays très avancé dans le domaine des télécommunications devrait apporter son assistance à ceux qui ne disposent pas d'autant de techniciens ou qui ne sont pas aussi bien outillés est aussi vieille que celle de la coopération internationale. En fait, elle en est le fondement même. Depuis la toute première conférence de l'Union télégraphique internationale à Paris, en 1865, les membres de l'Union ont tenu des réunions, officielles ou non, pour étudier entre eux les questions d'« assistance technique ».

Depuis ces conférences télégraphiques des débuts, les membres de l'Union ont décidé de se tenir régulièrement informés des progrès accomplis dans la technique du télégraphe. Plus tard, l'assistance mutuelle a été pour chacun d'eux un facteur essentiel de l'accélération du développement du réseau international de télécommunications. Les Comités consultatifs n'ont d'ailleurs été créés qu'à cette fin et la mise sur pied du réseau téléphonique européen est l'un des meilleurs exemples du type de coopération que l'on désignerait aujourd'hui par le terme d'« assistance technique ».

Présentement, ce terme a pris un sens tout à la fois nouveau et pressant, car l'abîme qui sépare les pays techniquement évolués des pays nouveaux et en voie de développement n'a cessé de s'approfondir chaque année. Avec la fin de la deuxième guerre mondiale et la création de l'Organisation des Nations Unies, l'idée de l'assistance technique s'est précisée et les modalités en ont été élaborées de façon systématique.

A la base même de cette idée est le principe que l'assistance technique ne relève en rien de la charité, mais correspond à un effort coordonné accompli dans l'intérêt général. La plupart des pays peuvent également donner et recevoir. Ce fut toujours l'un des buts fondamentaux de l'U.I.T., et de l'Union télégraphique internationale dont elle est issue, que de diffuser et de normaliser tous les moyens de télécommunications, ainsi que les mesures administratives, dans l'intérêt de tous leurs membres. Cette activité, qui s'exerce aujourd'hui sur une base internationale étendue par l'intermédiaire d'un grand nombre d'organes des Nations Unies ainsi que de personnes et de fondations scientifiques, ne s'étend plus au seul domaine des télécommunications, mais à l'agriculture, à la médecine, à l'éducation, pour ne mentionner que les secteurs les plus importants.

Certains ont prétendu que l'alimentation et la médecine devraient avoir la priorité lorsqu'il est question d'apporter de l'aide à un pays nouveau; d'autres ont formulé ce même vœu pour l'éducation, tandis qu'un certain nombre d'experts des télécommunications affirment que, sans leur concours, aucun des autres secteurs ne peut commencer à se développer. Toutes ces affirmations s'appuient certainement sur des arguments sérieux et on a pu noter, lorsque le télégraphe a commencé à se répandre dans les pays européens il y a une centaine d'années, que les gouvernements ont considéré qu'il leur rendait de très grands services pour renforcer leur administration centrale, que les industriels comptaient sur lui pour développer leurs affaires et que l'homme de la rue l'utilisait directement pour un grand

KYRENIA
MORPHOU
NICOSIA
FAMAGUSTA
LEFKA
LARNACA
PAPHOS
LIMASSOL

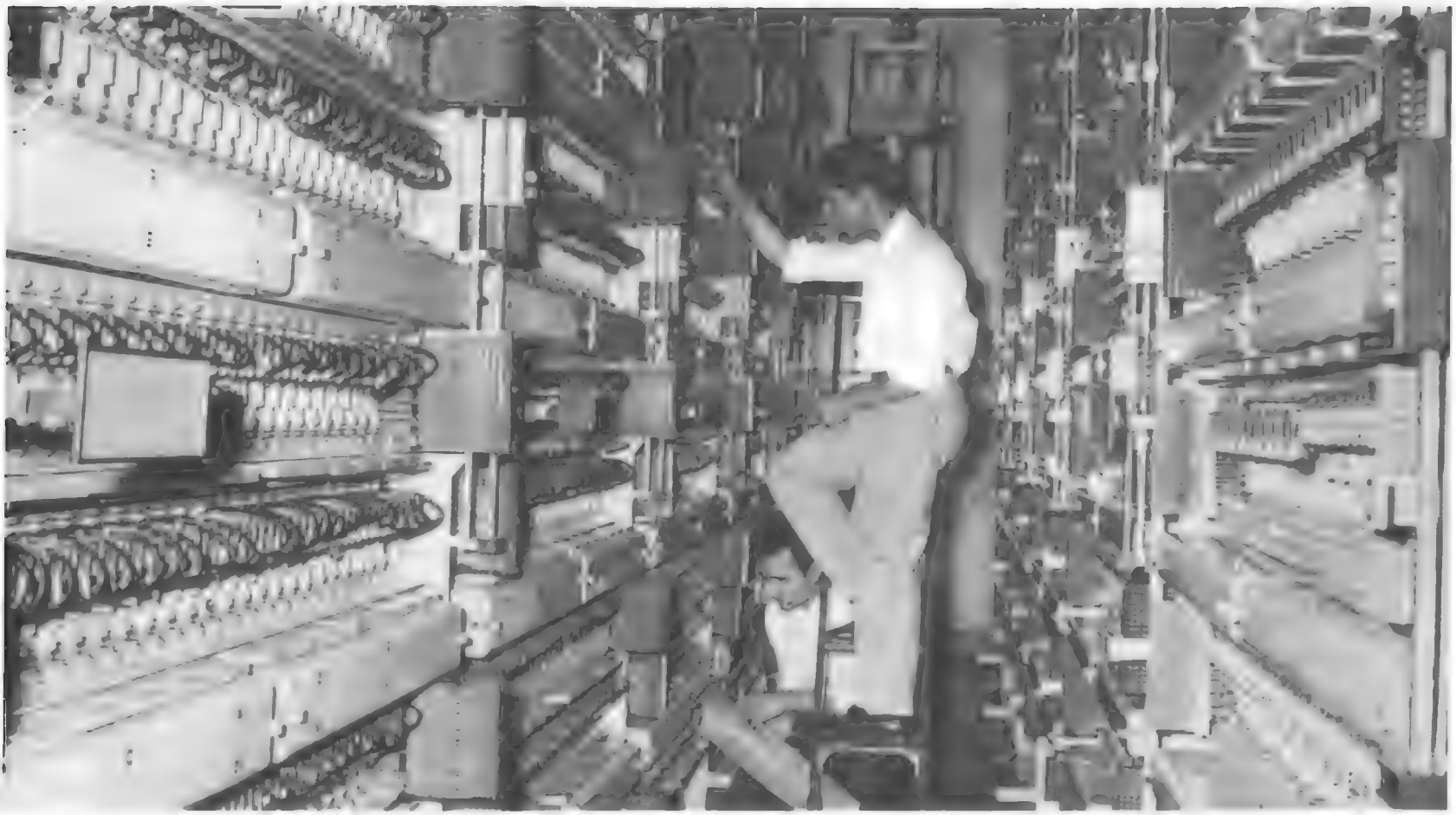
291

292

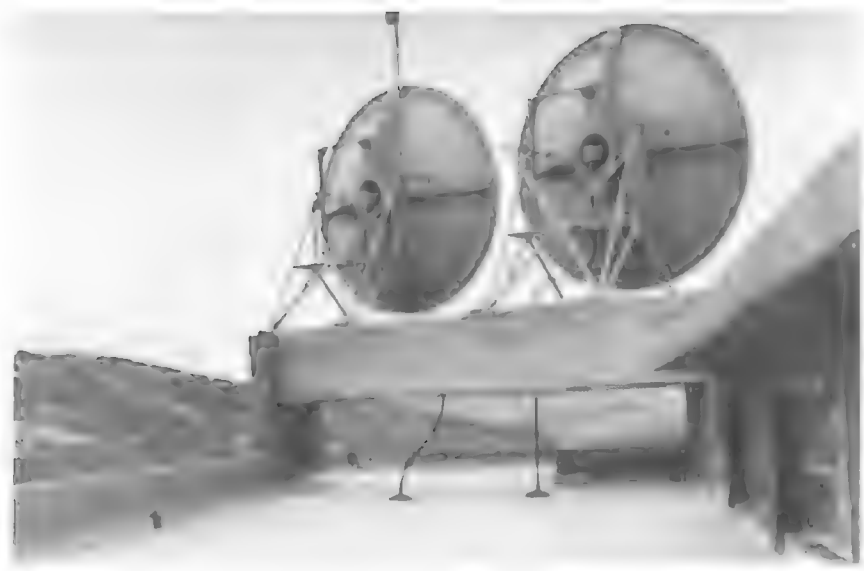
291 *Le développement du réseau téléphonique à Chypre de 1940 à 1963. Vers 1946, l'île de Chypre comptait 3 003 postes téléphoniques, reliés à 17 centraux manuels. Dix-sept ans plus tard, le nombre des postes était passé à 14 571. Les points noirs représentent les centraux manuels, les petits cercles les postes publics.*

292 *De nombreux techniciens des pays nouveaux et en voie de développement ont suivi en Europe des cours de formation ou de perfectionnement en électronique. On voit ici l'un d'eux à l'Ecole professionnelle du G.P.O. à Stone (Staffordshire).*

293 *Vue partielle du bâti des sélecteurs rotatifs d'abonnés au central de Nicosie.*



293



294

nombre de ses relations sociales, et indirectement lorsqu'il lisait son journal. Il en va de même aujourd'hui pour tous les pays de création récente.

Mais, si l'on donne la priorité à l'assistance médicale, comme on l'a fait pour bien des pays, il s'ensuit inévitablement une véritable explosion démographique. Si l'on mécanise totalement l'agriculture, on aboutit au chômage. Si l'on construit des universités modernes, qu'on les équipe et qu'on leur donne le personnel nécessaire, elles demeurent vides si l'on n'a pas construit en premier lieu des écoles primaires et des lycées. Il en est de même pour les télécommunications et, si le public n'est pas suffisamment instruit pour pouvoir lire à tout le moins les chiffres inscrits sur un cadran de téléphone, elles ne serviront pas à grand chose dans un pays nouveau. Ceci s'applique également à la radiodiffusion et à la télévision qui visent surtout au divertissement du public et bien peu à sa formation. Il est donc évident que la seule solution correcte est de progresser à la fois sur tous les fronts, de développer l'hygiène, l'éducation, l'agriculture, les transports et les télécommunications de manière simultanée et coordonnée, sans donner à l'un de ces éléments une priorité exclusive.

Dans toute planification, et notamment pour les télécommunications, il est nécessaire de prévoir quatre étapes capitales: il faut d'abord évaluer avec précision les besoins, en fonction de la situation géographique et des conditions économiques et sociales du pays intéressé; il faut ensuite élaborer un plan visant à satisfaire ces besoins; en troisième lieu, on doit former le personnel qui aura à exploiter le réseau de télécommunications; enfin, il reste à organiser le financement du plan. Dans la pratique, plusieurs de ces étapes peuvent être abordées à la fois et, de toute manière, l'U.I.T. peut apporter une contribution utile à chacune d'entre elles.

C'est tout simplement parce que l'assistance mutuelle avait toujours été l'une de ses activités fondamentales que l'Union a un peu hésité, tout au moins au début, à s'associer formellement à l'assistance technique proposée par les Nations Unies peu après la fin de la deuxième guerre mondiale en 1945. C'est seulement en 1952 que les Nations Unies reconnurent officiellement l'U.I.T. et, par la même occasion, l'Organisation météorologique mondiale, en tant que membres à part entière jouissant du droit de vote au sein du Bureau de l'Assistance technique. Mais depuis lors, tous les moyens d'aide mutuelle internationale, tels que le Programme élargi d'assistance technique, le Fonds spécial des Nations Unies, la Banque mondiale et les moyens propres à l'U.I.T. ont été utilisés au maximum pour contribuer au développement des télécommunications dans les pays nouveaux.

Dans la pratique, cette coopération technique de l'U.I.T. a revêtu trois formes: l'envoi d'experts pour étudier sur place des problèmes particuliers ou assurer la formation professionnelle du personnel local, l'octroi de bourses et l'organisation de cycles d'études, enfin la fourniture de matériel d'enseignement, d'appareils de mesure et de démonstration. A ce jour, le nombre d'experts des télécommunications qui ont été envoyés en mission pour résoudre

294 *Une liaison par ondes ultra-courtes vient d'être établie entre Damas et Beyrouth.*

295 *En 1963, l'U.I.T. a étroitement collaboré avec le Gouvernement du Congo afin d'aider ce pays à rétablir ses réseaux; elle a arrêté un programme de collaboration technique à long terme en matière de télécommunications; elle a fourni un corps enseignant de 36 experts qui ont formé environ 400 étudiants de toutes les branches des télécommunications. De nouvelles liaisons à grande distance, téléphoniques, télégraphiques et radio ont été établies. On voit ici un technicien congolais en train de réparer un appareil multiplex.*

295

296

296 *En 1962, on a repris la construction, au voisinage de Léopoldville, d'un centre de radiodiffusion qui sera suffisamment puissant pour émettre des programmes venant de toutes les provinces du Congo ainsi que de l'étranger. Les Nations Unies ont fourni une somme de 5 000 000 francs pour la poursuite de cette installation. Un émetteur de 100 kW a été monté en premier lieu; d'autres émetteurs sont prévus, qui feront de cette station un centre national et international de grande puissance. Sur cette photographie, le Premier ministre Cyrille Adoula prononce un discours lors des cérémonies qui ont marqué la reprise des travaux.*

297 *Un Congolais exploite du matériel de télécommunications au Centre d'information de vol de l'aéroport de N'Djili (Léopoldville).*

298 *Au central téléphonique automatique d'Accra, les premiers sélecteurs de groupe de type 4000.*

297

certains problèmes ou pour donner des conseils dépasse largement la centaine. Par exemple, un expert allemand des systèmes à courants porteurs est en Afghanistan depuis 1958; un ingénieur radioélectricien yougoslave s'est rendu pour un an en Guinée en 1961; un expert-conseil pakistanais pour les questions de télégraphie et téléphonie se trouvait au Ghana en 1962 avec un de ses collègues soviétiques; un spécialiste néo-zélandais de l'utilisation des fréquences a prêté son concours au Gouvernement de la Libye en 1962 pendant 3 mois. La liste est longue et les bénéfices de cette activité sont inestimables.

Dans une mesure comparable, les bourses et les cycles d'études ont permis de diffuser la connaissance des moyens modernes de télécommunications dans les pays nouveaux et en voie de développement. Dans l'ensemble du Programme élargi d'assistance technique des Nations Unies, on note depuis quelques années une très nette tendance à donner la préférence à l'octroi de bourses plutôt qu'à l'envoi d'experts; le résultat atteint est ainsi plus durable. En 1963, par exemple, l'U.I.T. a accordé et assuré 166 bourses d'études; les bénéficiaires, de 31 nationalités différentes, ont été envoyés dans la plupart des pays de l'Europe occidentale et aux Etats-Unis pour étudier ce qui convient le mieux à leurs propres réseaux de télécommunications.

C'est dans la même intention que le premier cycle d'études de l'Union a été organisé au Japon en 1961 par l'administration de ce pays. Le succès obtenu a montré quelle valeur présentent ces cycles d'études qui permettent, en un laps de temps très bref, de rendre de grands services aux pays nouveaux et en voie de développement. L'année suivante, un deuxième cycle d'études, destiné aux pays nouvellement indépendants d'Afrique d'expression française, était organisé à Paris et, comme pour le premier, l'U.I.T. n'a pu que se féliciter de ses résultats. Depuis lors, l'Union a reçu encore d'autres propositions concernant l'organisation de cycles d'études analogues; par exemple, la Chine a offert d'en tenir un à l'Institut des télécommunications de Taipeh et la Colombie a invité les techniciens des pays avoisinants à l'Empresa Nacional de Telecomunicaciones. Enfin, au siège même de l'Union, se sont tenus en 1963 et 1964 des cycles d'études organisés par l'I.F.R.B.

En 1962, treize pays, dont dix du continent africain, ont reçu du matériel de télécommunication pour une valeur globale de 187 000 dollars. Essentiellement destiné à l'enseignement, aux démonstrations et aux mesures, ce matériel accompagnait généralement l'envoi d'experts en mission. Au cours de cette même année, la partie du Programme élargi d'assistance technique dont la gestion a été confiée à l'U.I.T. correspondait à une somme totale de 1 100 000 dollars.

Cependant, la contribution de loin la plus importante aux programmes d'assistance aux pays nouveaux et en voie de développement dans le domaine des télécommunications est celle qui correspond aux projets du Fonds spécial des Nations Unies: en 1962, elle a été de l'ordre de 5 400 000 dollars. Cette année-là, sept projets étaient en

299

299 *Une vue assez surprenante d'un pylône non haubanné de l'une des stations d'émission d'All India Radio.*

300

cours d'exécution: un centre de formation professionnelle et de recherches à Hsinchu (Formose), ainsi que des centres de formation professionnelle à Tripoli (Libye), Kuala Lumpur (Malaisie), Manille (Philippines), Bagdad (Irak), Khartoum (Soudan) et Séoul (Corée). A l'allocation des Nations Unies s'ajoutait dans chaque cas une contribution des gouvernements des pays intéressés. Pour ces sept projets, les contributions nationales s'élevaient au total à 8 500 000 dollars, portant ainsi à 13 900 000 dollars le montant total des investissements.

Cependant, tout n'est pas fini lorsqu'un pays en voie de développement a reçu les avis que les experts en mission ont pu lui donner, lorsque les plans les meilleurs ont été arrêtés et lorsque ses techniciens ont accompli des stages à l'étranger grâce aux bourses d'études qui leur avaient été octroyées. Il lui faut encore trouver des fonds pour équiper son réseau, construire ses lignes téléphoniques, installer ses centraux. C'est alors qu'intervient une autre institution spécialisée des Nations Unies, la Banque internationale pour la reconstruction et le développement, fréquemment appelée d'un nom plus simple, la Banque mondiale, qui a fourni en plusieurs occasions les crédits nécessaires à la réalisation des projets conçus par les experts de l'U.I.T.

Nous nous bornerons à mentionner quelques-uns des principaux prêts consentis par la Banque mondiale pour améliorer les réseaux de télécommunications. En 1949, elle a ouvert un crédit de 75 millions de dollars pour le développement de l'énergie hydroélectrique et des installations téléphoniques au Brésil: les réseaux téléphoniques urbains ont été augmentés de 40 pour cent. En 1950, la Banque mondiale a consenti un prêt de 33 millions de dollars à l'Uruguay pour développer sa production d'énergie électrique et son réseau téléphonique: l'amélioration des télécommunications présentait un caractère essentiel pour la vie économique du pays. Dans la seule ville de Montevideo, 28 000 postes téléphoniques et un nouveau central international ont été installés tandis que de nouveaux circuits interurbains étaient mis en place à l'intérieur du pays.

En 1951, l'Ethiopie recevait un premier prêt de 1 500 000 dollars pour moderniser complètement son réseau téléphonique et télégraphique. Un nouveau Conseil impérial des télécommunications était installé à Addis-Abéba. En 1962, l'Ethiopie bénéficiait d'un deuxième prêt de 2 900 000 dollars en vue de créer 50 centraux pour desservir les villes de province, d'ajouter un millier de lignes aux centraux automatiques de la capitale (qui avaient été montés grâce au premier prêt) et, dans une grande mesure, d'installer l'équipement radiotéléphonique qui reliera Addis-Abéba aux capitales de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique. Jusqu'ici, il n'y avait guère de liaisons directes entre les capitales des pays d'Afrique; la plupart de leurs communications devaient passer en transit par l'Europe. Un vigoureux programme de formation professionnelle a été entrepris pour les techniciens éthiopiens des deux sexes et il est vraisemblable que, très prochainement, les Ethiopiens pourront assurer seuls la direction de leur Conseil impérial des télécommunications.

300 *Intérieur d'une station de répéteurs du réseau radiotéléphonique de la Malaisie.*

301 *Au Thibet, en 1945, un membre d'une mission américaine montre à des indigènes comment on se sert d'un appareil radio portatif.*

301

302

303

302 *Le nouveau bâtiment de l'Administration paraguayenne des télécommunications (Antelco) à Puerto Presidente Stroessner.*

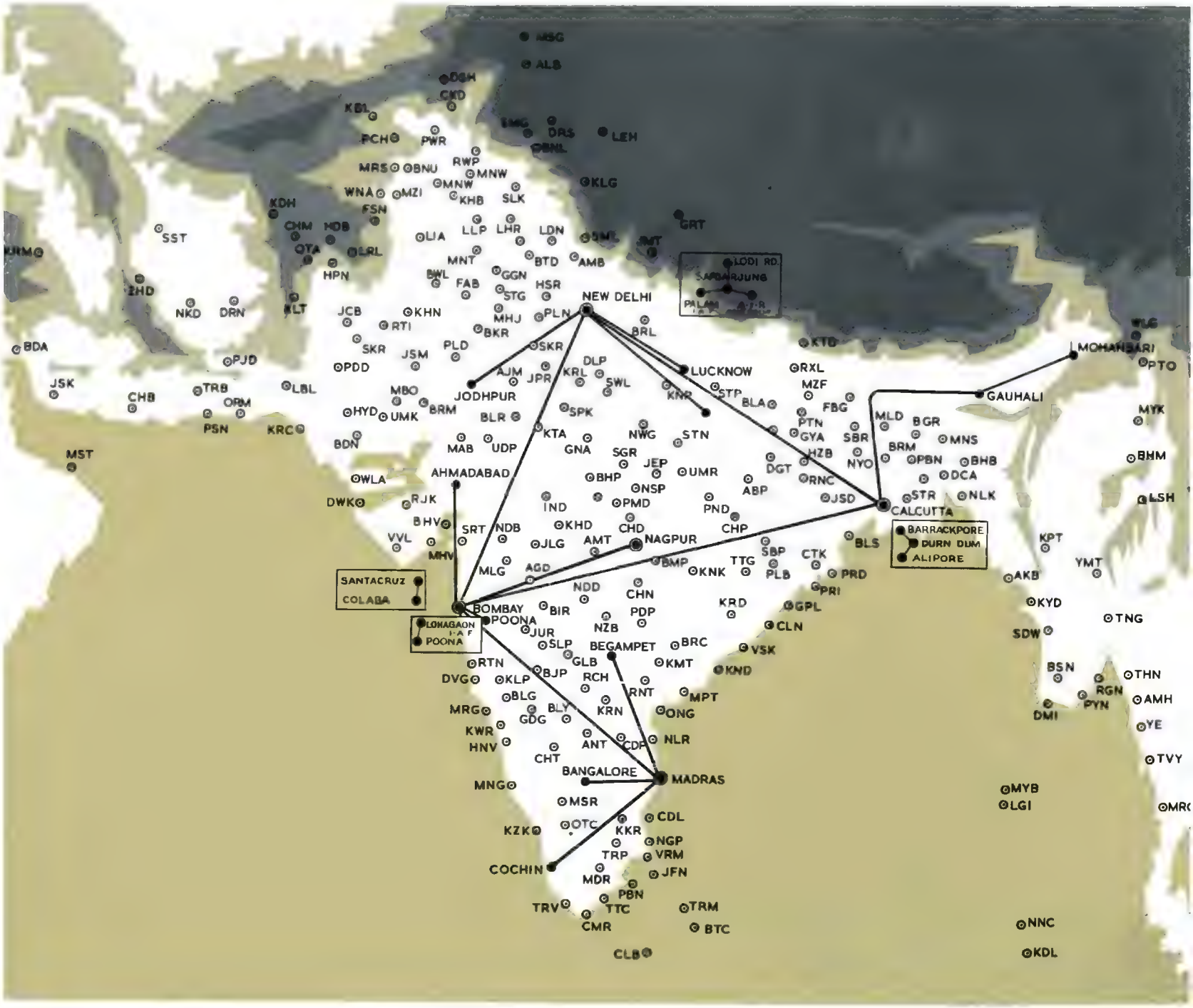
303 *Le service télex, ouvert à Ceylan en 1963, relie aujourd'hui ce pays avec la Grande-Bretagne, la plupart des pays d'Europe, le Canada, les Etats-Unis, l'Australie, les Bermudes, le Nigeria, le Ghana, le Soudan, l'Iran et l'Afrique orientale. Toutes les liaisons sont exploitées en code à cinq moments.*

En 1962, l'Association internationale pour le développement, affiliée à la Banque mondiale, a accordé au Département indien des postes et télégraphes un crédit de développement de 42 millions de dollars pour lui permettre d'acheter à l'étranger des équipements nouveaux de téléphonie et de télégraphie. A cette époque, l'Inde ne comptait en effet que 1,2 poste téléphonique pour 1 000 habitants.

Plus récemment, un prêt de 22 millions de dollars a été consenti au Costa Rica en 1963 pour développer son réseau électrique et créer un système moderne de télécommunications. Des équipements de centraux automatiques correspondant à 14 000 lignes, c'est-à-dire au triple de la capacité installée, seront mis en service dans la capitale, San José. Les quartiers suburbains seront desservis par six centraux satellites non surveillés d'une capacité totale de 1 310 lignes, tandis que cinq centraux de près de 5 000 lignes au total seront installés dans des villes de province. Il est prévu que l'ensemble du pays sera ultérieurement desservi par un réseau à hyperfréquences.

Tels sont les projets, encore relativement peu nombreux, mis en œuvre pour introduire les télécommunications dans les régions sous-développées qui s'étendent sur une surface si vaste du monde. Un grand travail a été effectué, mais des efforts bien plus importants restent à faire avant que nous atteignions l'idéal lointain, que nous concrétisions l'espoir que tout être humain puisse entrer en communication avec qui il veut et où il veut.

Le développement de la radiodiffusion et de la télévision dans les pays nouveaux et en voie de développement dépend actuellement presque entièrement des ressources de chaque pays ou est couvert par l'assistance directe d'un autre pays plus riche. Cependant, ne serait-il pas juste que, grâce à ces deux moyens de communication de masse, l'éducation de base puisse être mise, d'une façon relativement facile et peu coûteuse, à la portée des millions d'hommes qui ne savent encore ni lire ni écrire? C'est lorsque la radiodiffusion et la télévision seront, pour l'essentiel, utilisées pour l'enseignement élémentaire, pour l'enseignement secondaire et pour l'enseignement professionnel, plutôt que pour des fins purement récréatives, que le rythme du développement augmentera rapidement. A l'heure où la télévision va devenir mondiale, il faudra consentir de grands efforts pour assurer la plus haute priorité à son utilisation au profit de l'humanité tout entière.



304

304 *Réseau de téléimprimeurs du service météorologique de l'Inde.*

Les télécommunications dans les activités gouvernementales, l'industrie et la vie privée

La vie moderne dans les pays avancés est inconcevable sans télécommunications. Le flot des messages privés est ininterrompu, les décisions de l'industrie sont diffusées tout autour du globe et les gouvernements doivent atteindre au plus vite leurs ambassades et leurs consulats éloignés. Pour toutes ces communications, les règles établies par l'Union internationale des télécommunications et les travaux de ses organismes permanents jouent un rôle essentiel.

Nous ne pouvons pas retracer ici dans le détail l'histoire du développement des télécommunications dans les activités gouvernementales, l'industrie et la vie privée. Nous nous bornerons à citer, dans ces domaines, trois exemples frappants et peut-être peu connus, mais qui sont d'actualité. Chacun d'eux illustre une évolution à laquelle on n'aurait guère pu s'attendre il y a quelques années. Et cependant, un jour viendra où de nouveaux progrès les rendront tous trois caducs...

Commençons par un exemple de l'emploi des télécommunications dans les activités gouvernementales. Nous avons choisi à cet effet les relations entre le Département d'Etat à Washington et l'Ambassade des Etats-Unis à Paris. Ces relations exigeaient un système de transmission à grande vitesse car l'Ambassade de Paris est, pour les Etats-Unis, le principal centre de communications entre le Département d'Etat et de nombreuses autres ambassades, légations et consulats de ce pays. Ambassade de Paris est en effet le nœud d'un réseau de communications qui atteint 58 postes diplomatiques: d'un côté toute l'Europe, y compris Moscou, et des capitales orientales comme New Delhi et Karachi, d'un autre côté, l'Afrique du Sud, l'Afrique occidentale et l'Afrique centrale.

Les communications avec tous ces bureaux exigeaient une installation électronique très moderne, capable d'acheminer avec la plus grande précision un énorme volume de messages sur un réseau compliqué. Pour répondre à ces besoins, un central automatique fut installé en 1962 à l'Ambassade américaine à Paris. Ce système est d'une grande souplesse. Il achemine aussi bien les messages les plus rapides, constitués par exemple de données traitées par des calculatrices électroniques à grande vitesse, que le trafic relativement lent transmis par téléimprimeur à soixante mots à la minute. Il trie les messages selon leur ordre de priorité et il achemine immédiatement les communications les plus urgentes vers leur destination. Les messages les moins urgents sont provisoirement emmagasinés dans un tambour ou dans une mémoire magnétique, d'où ils sont extraits en quelque dixièmes de seconde pour être transmis aussitôt qu'une ligne de départ devient disponible.

En 1962, année où ce central fut mis en service, c'était le premier système de cette espèce capable d'assurer le tri automatique de communications mondiales. Par son aptitude à recevoir, analyser, traiter, emmagasiner, réacheminer et transmettre les messages comme les données, il constituait un outil absolument remarquable permettant au Département d'Etat d'écouler son trafic international. A lui seul, il remplaçait toute une équipe d'opératrices et l'utilisation judicieuse qu'il savait faire des liaisons par câble ou par faisceaux hertziens entre les Etats-Unis et

306

307

305 *Des cartes météorologiques sont diffusées dans le monde entier et reçues dans les stations météorologiques. La figure représente la réception dans une station météorologique indienne, sur un appareil Mufax, d'une carte émise en fac-similé de Moscou. On voit sur la gauche un émetteur-explorateur pour la diffusion vers d'autres parties du monde des renseignements météorologiques relatifs à l'Inde.*

306 *Radar utilisé dans un aéroport international en Inde.*

307 *Le service météorologique des Etats-Unis emploie depuis 1963 un réseau de fac-similé à grande vitesse de transmission pour la diffusion de cartes météorologiques vers 650 stations civiles, militaires et privées situées dans 330 agglomérations. Ce réseau permet de transmettre deux fois plus de cartes à une vitesse deux fois plus grande que précédemment. Le cliché représente un technicien du centre météorologique de Suitland (Maryland), recevant sur un enregistreur de fac-similé des renseignements statistiques servant à l'établissement des cartes de prévisions horaires. On voit, à droite, les émetteurs qui permettent de diffuser les cartes à destination de stations réparties dans l'ensemble du pays.*

l'Europe représentait pour le Département d'Etat de substantielles économies de temps et d'argent. Dans le domaine gouvernemental, ce réseau de télécommunications répond à une norme de qualité inconnue avant lui.

Les besoins de l'industrie en matière de communications mondiales rapides sont tout aussi grands que ceux des organismes gouvernementaux. Quand une décision est prise au siège d'une société, il arrive qu'on doive la transmettre aussitôt, par téléphone ou par télex, à des agents d'exécution qui peuvent se trouver dans le bureau voisin, mais peut-être aussi bien à l'autre bout du monde. Il est bien évident que les grosses firmes internationales d'aujourd'hui ne pourraient pas exister sans de bonnes télécommunications: c'est une chose qui va de soi et, comme dans bien d'autres domaines, on ne revient pas là-dessus. Il est arrivé dans le passé que l'appât du gain ait stimulé nombre de recherches scientifiques ou techniques; dans l'exemple que nous allons donner, c'est la recherche du fonctionnement optimum de navires pétroliers qui a conduit à imaginer un nouveau dispositif pour la transmission automatique de données entre un navire en mer et le continent.

Le problème qui préoccupait la Shell concernait les performances de ses navires pétroliers en mer. On savait depuis toujours que ces performances varient au cours des ans: les chaudières et autres machines se détériorent, des organismes vivants se développent sur les coques, la corrosion s'attaque aux hélices, etc. Avant 1964, on ne connaissait qu'une méthode pour évaluer quantitativement l'effet de ces divers facteurs; elle obligeait à retirer le navire du service et à le soumettre à des essais sur une distance mesurée avec précision. C'était une méthode coûteuse et lente et d'une application difficile; pour les pétroliers de gros tonnage, on ne pouvait faire les mesures qu'en deux endroits, au large des côtes d'Ecosse ou au large de l'île de Malte.

On pourrait objecter que rien n'empêche d'exercer une surveillance permanente des performances d'un navire pétrolier en s'attachant à analyser ce qui est porté sur son journal de bord; mais en pratique cela n'est pas satisfaisant pour diverses raisons. On ne peut en effet disposer du journal de bord que lorsque le navire est au port et on s'est aperçu que les données qui y sont inscrites sont insuffisantes ou trop peu précises pour une analyse statistique. Or, précision et vitesse étaient les deux objectifs des études de la Shell sur la transmission et l'analyse des données.

La première chose à faire fut de chercher à obtenir des données précises à bord même d'un pétrolier au cours d'un de ses voyages normaux. Il fallut mettre au point des appareils nouveaux, par exemple un torsiomètre, afin de pouvoir introduire automatiquement des données précises dans l'émetteur radioélectrique. Les renseignements recueillis par les appareils enregistreurs, qui portent sur 42 paramètres au total, tels que la vitesse de déplacement du navire par rapport à la mer, la puissance sur l'arbre de l'hélice, la consommation de combustible, etc. sont inscrits sur une bande perforée à bord du navire.

308

309

308 *Réseau de télécommunications du Département d'Etat des Etats-Unis, dont la station centrale, construite par I.T.T., est à Paris. Le réseau est représenté sur un graphique mural éclairé. Le centre de Paris fournit des informations et des données à un grand nombre d'ambassades, de légations et de consulats des Etats-Unis, situés en Europe, en Afrique et en Asie.*

309 *L'appareil IMP représenté dans cette figure se compose d'un colorimètre sensible, d'une installation télex pour la transmission des valeurs colorimétriques et d'une calculatrice électronique chargée de traiter ces informations. Le dispositif à assortir les couleurs (instrumental match prediction, IMP) permet d'accélérer les opérations d'harmonisation des couleurs au service de l'industrie textile et de l'industrie des colorants.*

310 *Cet ensemble électronique est capable de « penser » par lui-même; il est chargé d'acheminer automatiquement et d'accélérer les communications internes de certaines grandes sociétés industrielles. Il est en mesure d'écouler l'information électronique à raison d'un million de bits par seconde pour le traitement des données et l'acheminement des messages. Ce « système automatique d'échange de données » (Automatic Data Exchange System, ADX) n'est généralement pas contrôlé, mais un opérateur peut toutefois régler manuellement le fonctionnement dans la salle de la machine, comme le montre le cliché. Cet ensemble électronique a été installé en août 1962 au siège de l'Aluminum Company of Canada, à Montréal.*

310

311

312

313

311 *Vue du pétrolier* Sitala, *de 74 000 tonnes, construit par les Chantiers de l'Atlantique de Saint-Nazaire pour la Société Maritime Shell. Les données de fonctionnement de ce bâtiment sont transmises par télécommunications à une calculatrice installée à Londres. On a là un exemple remarquable d'application scientifique des télécommunications par une entreprise industrielle.*

312 *L'officier mécanicien du pétrolier* Sitala *examine à bord du bâtiment les données relatives au fonctionnement du navire, présentées sur une bande perforée.*

314

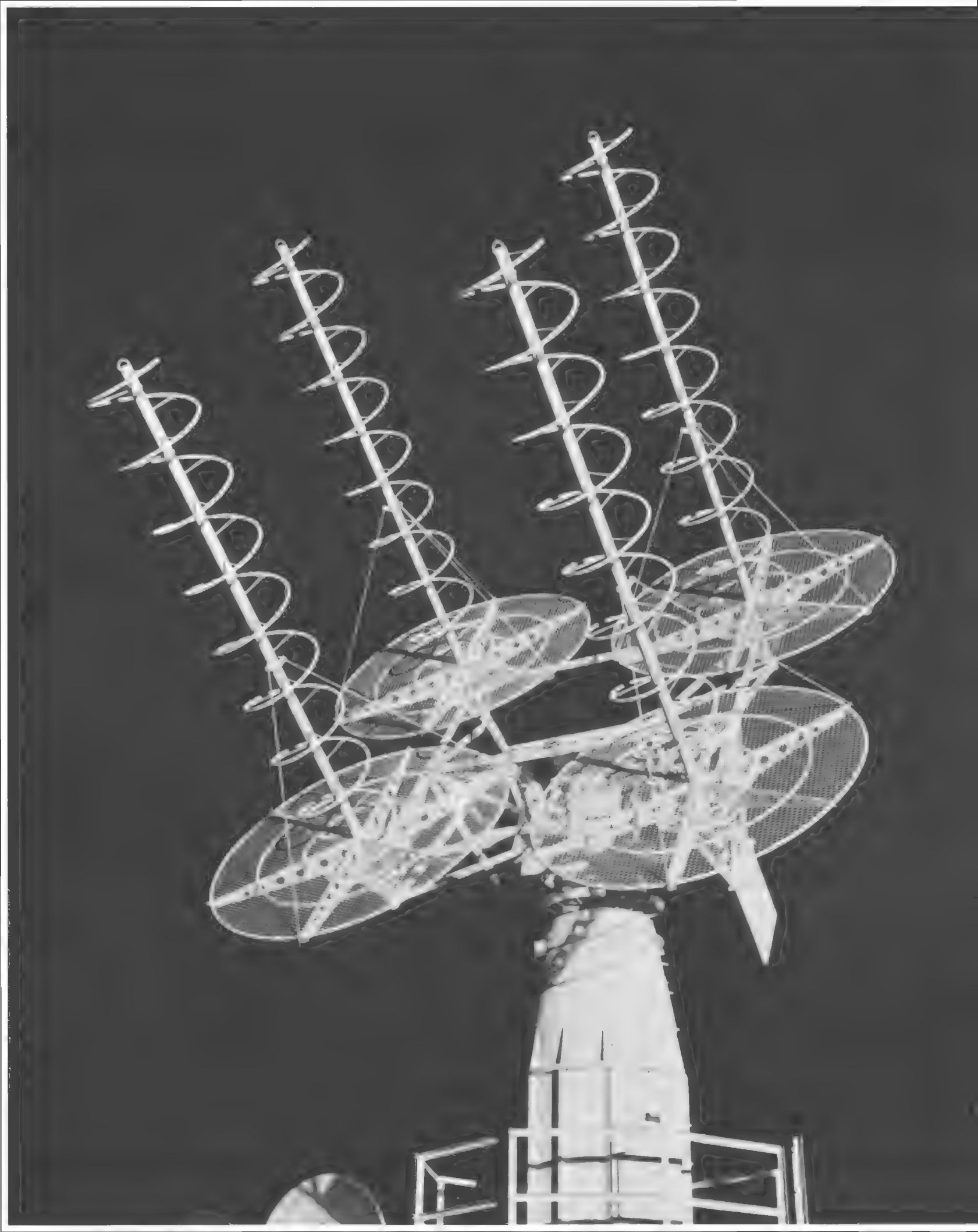
La bande perforée alimente l'émetteur de bord dont les signaux, transmis sur des voies télégraphiques à large bande, sont reçus au siège londonien de la Shell, soit par l'intermédiaire du réseau du Post Office britannique, soit par celui des P.T.T. néerlandais. Les données reçues sont à leur tour inscrites sur une bande perforée que l'on introduit directement dans une calculatrice. Cette machine permet alors d'analyser automatiquement le comportement du navire, même s'il se trouve dans un autre hémisphère. Tout ce processus comportait deux difficultés principales: la première était de mettre au point des méthodes mathématiques permettant d'extraire des données brutes les renseignements voulus sur les modifications survenues dans les performances du navire; la seconde était de réaliser une liaison radio aussi exempte que possible de sources d'erreurs. Ces deux difficultés furent matériellement résolues au début de 1964.

Ceci n'est qu'un exemple, parmi d'autres, de l'utilisation croissante des voies de télécommunication existantes pour la transmission de données à traiter par des calculatrices. Récemment, l'un des plus grands constructeurs de ces machines a monté un laboratoire de recherches spécialisé dans l'étude des transmissions de données destinées aux calculatrices. Il est fort probable qu'au cours des années à venir, les circuits de télécommunication — qu'ils soient réalisés sur câble sous-marin, qu'ils fassent partie de liaisons par satellites, ou qu'ils soient de simples circuits téléphoniques — seront de plus en plus employés pour des transmissions de cette nature. A mesure que les calculatrices apprendront à « converser entre elles », elles auront de plus en plus besoin de circuits de haute qualité pour leurs communications mutuelles. Une commission d'études du C.C.I.T.T. s'occupe spécialement de cette question. Ces nouveaux circuits faciliteront encore davantage l'échange mondial d'informations entre les particuliers, les organisations, les firmes industrielles et les services officiels.

Voici, pour terminer, une nouveauté, un peu futile à la vérité, mais intéressante cependant à signaler, que les télécommunications ont introduite dans les relations quotidiennes. Aux Etats-Unis, dans bien des endroits, les enfants n'ont pas mis longtemps à s'apercevoir que le téléphone était un appareil merveilleux qui leur permettait — pourquoi pas ? — de bavarder avec leurs jeunes amis. Et ils avaient si bien tiré les conséquences de cette découverte que, pendant des heures entières, les lignes étaient occupées, au grand dam de leurs parents qui ne pouvaient plus s'en servir. Une solution s'imposait: installer une deuxième ligne téléphonique, mais réservée aux enfants cette fois. Et maintenant, le « téléphone des enfants » est chose assez courante; dans l'annuaire, une mention spéciale l'indique juste après le nom des titulaires de l'abonnement — les parents. Sans doute, le « téléphone des enfants » n'est pas encore sur le point d'envahir le monde, mais sa simple existence montre que les télécommunications font partie intégrante de la vie moderne, aussi bien pour les jeunes que pour les adultes.

313 *Transmises par radio, les données de fonctionnement du pétrolier* Sitala *sont reçues au Centre de la Shell à Londres, où on les obtient sous la forme d'une bande identique à celle perforée à bord du navire. L'opératrice contrôle la communication radioélectrique et tient un «journal de bord» des conditions de fonctionnement du circuit; elle contrôle notamment les erreurs enregistrées sur la machine de détection d'erreurs.*

314 *Dans certaines parties du monde, les jeunes gens utilisent le téléphone autant, sinon plus, que les adultes. D'après un dessin original de Dodie Masterman.*



Les télécommunications spatiales

Lorsque, dans plusieurs centaines d'années, on écrira l'histoire de notre siècle, deux dates saillantes du point de vue scientifique seront restées dans les mémoires bien après que les noms de nos gouvernants, hommes politiques, artistes et architectes auront été oubliés. C'est le 2 décembre 1942, à Chicago, que la première pile atomique est entrée en divergence et c'est le 4 octobre 1957 que le premier satellite artificiel, lancé par l'Union soviétique, a commencé à évoluer autour de notre planète. Ces deux événements ont marqué les débuts respectifs de l'ère atomique et de l'ère spatiale. Pour l'avenir de l'humanité, ils ont la même signification que la découverte du feu et l'invention de la roue.

Il est fort possible que, dans une dizaine d'années, ces deux découvertes soient utilisées conjointement pour réaliser la propulsion d'une fusée atomique; quoi qu'il en soit, nous ne nous intéresserons ici qu'à un aspect particulier de la technologie de l'espace, à savoir la relation qui existe entre la radio et les communications spatiales. Il nous faut néanmoins citer les noms de trois éminents pionniers de la technologie des fusées. Le premier, chronologiquement, est un Russe, Constantin Edouardovitch Tsiolkovsky (1857-1935) qui, en 1903, a publié ses premiers calculs relatifs à la propulsion des fusées. Le deuxième est le D^{r} Robert H. Goddard (1882-1945), professeur de physique à l'Université Clark de Worcester, dans le Massachusetts, qui a publié en 1919 un mémoire devenu classique sur la propulsion des fusées et qui a été le premier, en 1930, à lancer dans l'atmosphère une petite fusée à carburant liquide. Le troisième que nous citerons est le D^{r} Hermann Oberth, né en 1894 en Autriche, qui a publié en 1923 un ouvrage, devenu lui aussi classique, dans lequel il exposait des fondements mathématiques qui, à de nombreux égards, restent valables dans l'état actuel de la technologie des fusées.

C'est au cours de la seconde guerre mondiale que l'on a commencé à discerner les possibilités de réalisation technique des fusées à carburant liquide (kérosène et oxygène liquide). Les premières fusées allemandes du type V2 sont tombées sur Londres en septembre 1944, mais il fallut attendre treize années avant qu'un engin semblable pût être suffisamment perfectionné pour permettre le lancement de *Spoutnik I*. Les « bip bip » de *Spoutnik I*, ces signaux radio qui furent entendus dans une grande partie du monde, administrèrent pour la première fois la preuve que la technologie des fusées ne pouvait exister sans l'appoint des radiocommunications. Depuis cette date, la radio et les engins spatiaux ont constitué des techniques indissolublement liées pour l'exécution des quatre opérations de poursuite, de télémesure, de télécommande et de contrôle, et il en sera ainsi jusqu'à nouvel ordre.

La poursuite est une opération qui fournit des renseignements sur la position d'un satellite, d'une sonde évoluant dans l'espace lointain, ou d'un engin spatial habité. Cette localisation est importante pour le savant, car celui-ci doit établir une correspondance entre une mesure faite par l'engin spatial et, par exemple, la distance de cet engin à la Terre ou à la Lune. Il faut aussi déterminer la position de l'engin en vue de l'évaluation et de la correction du guidage,

pour la rentrée de cet engin dans l'atmosphère terrestre, pour sa récupération, et également pour d'autres études scientifiques.

La télémesure consiste à mesurer à distance des phénomènes et des états, depuis la tension artérielle de l'astronaute jusqu'à l'intensité du champ de gravitation de la Lune. Les appareils de bord de l'engin réagissent à un certain phénomène; cette réaction est transformée en un signal radioélectrique codé qui est émis en direction de la Terre; arrivé à la station terrienne, ce signal doit être identifié comme porteur d'information, enregistré, décodé, et l'information transmise doit être présentée aux techniciens sous forme de graphiques ou de tableaux numériques.

La télécommande consiste à utiliser un émetteur d'une station terrienne pour envoyer à l'engin spatial un signal radioélectrique codé qui lui donne l'ordre, par exemple, de mettre en marche une caméra, de mettre une fusée à feu, de déclencher ou de faire cesser une émission de données.

Le contrôle est l'opération par laquelle l'engin spatial et le réseau de stations terriennes sont placés dans des conditions telles que la mission assignée puisse être exécutée avec succès. Certains vols spatiaux, par exemple les vols d'engins habités, exigent que toutes les données soient rassemblées et « affichées » dans un poste central presque au moment où elles sont captées, c'est-à-dire en « temps réel ». Pour d'autres vols, il faut que chaque station terrienne soit en mesure de communiquer à la suivante les prévisions relatives à la position de l'engin spatial sur une orbite subséquente. Dans d'autres vols encore, il faut pouvoir commander les séries de données de télémesure en fonction de phénomènes particuliers tels que les éruptions solaires ou les orages atmosphériques. C'est ainsi que les satellites météorologiques *Tiros* de la National Aeronautics and Space Administration (N.A.S.A.) des Etats-Unis reçoivent des ordres leur indiquant à quels moments ils doivent prendre des photographies des orages et à quels moments ils doivent transmettre les images à destination d'une station terrienne.

Voyons maintenant un peu le détail de ces quatre opérations de télécommunications. La N.A.S.A. exploite trois réseaux de stations terriennes pour la poursuite et l'acquisition des données. Le premier est le réseau Minitrack, mis en place au cours de l'Année géophysique internationale (1957-1958); il assure une poursuite efficace et recueille les données qui lui sont transmises par des satellites scientifiques non habités tels que *Vanguard* et *Explorer*. Le deuxième est le réseau de poursuite pour l'espace lointain; il comprend des émetteurs puissants et des récepteurs à grande sensibilité qui sont capables de garder le contact avec des engins spatiaux se dirigeant vers la Lune et au delà. Le troisième est le réseau *Mercury*, qui a été réalisé pour répondre aux besoins particuliers du projet du même nom; ce réseau est capable de traiter les données et d'effectuer la poursuite des engins plus rapidement que le réseau Minitrack.

316

315 *Cette antenne de poursuite à hélices en quartes, installée à la station terrienne de Space Hill, à Andover (Maine), est un des éléments de la liaison de télécommunication par satellites du Bell System. Son rôle est de localiser le satellite, de déclencher ou de faire cesser ses émissions et de recevoir les données de télémesure en provenance de l'engin.*

316 *La poursuite de l'engin spatial habité* Faith VII *sur un planisphère exige la mise en œuvre d'un réseau de télécommunications international spécialisé. L'engin vient de survoler Zanzibar en décrivant sa 16e orbite; sa position est repérée par la tache lumineuse sur le planisphère. On a indiqué sur ce dernier la position des stations de poursuite, dont les cercles représentent les portées.*

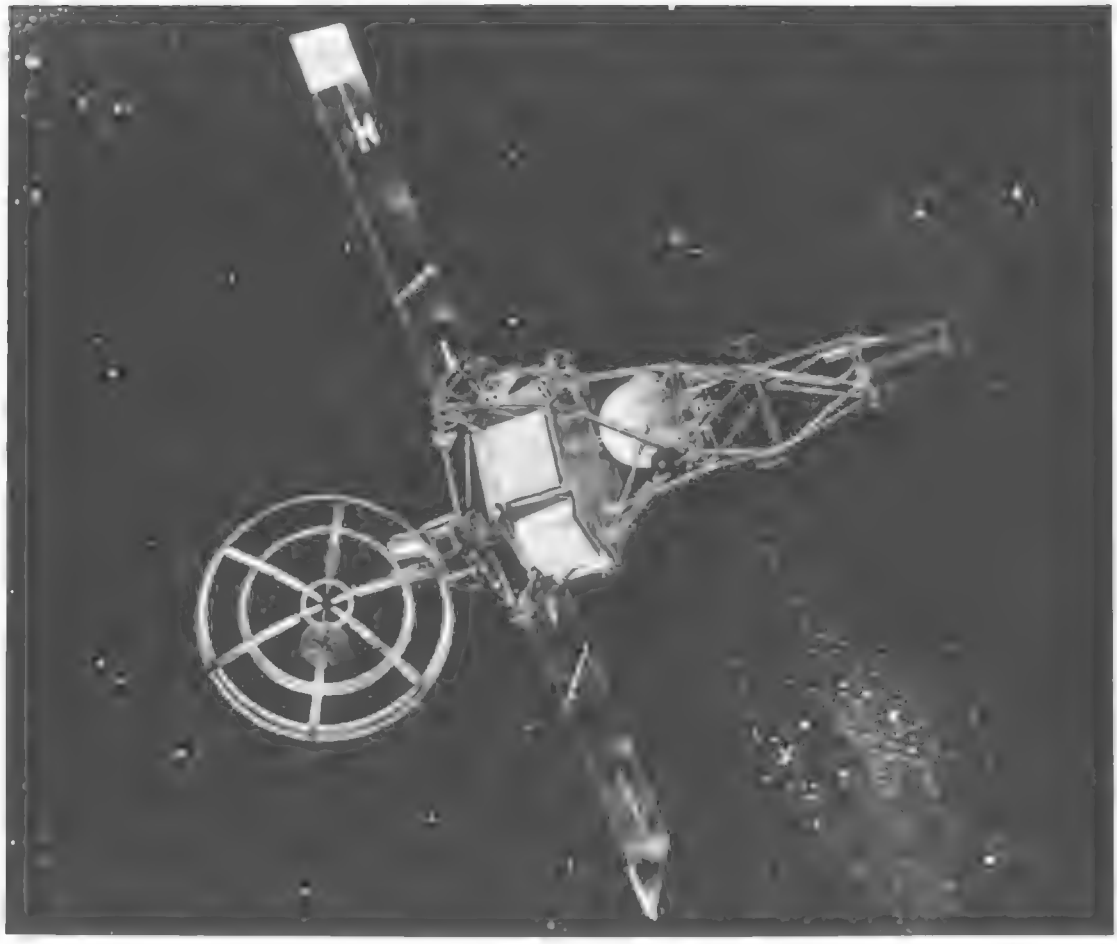
317

Dans son acception moderne, le terme «télémesure» désigne essentiellement l'utilisation de la radio en vue d'effectuer des mesures en un point éloigné et d'en transmettre les résultats à un point rapproché, aux fins de reproduction. Les données obtenues peuvent revêtir une forme appropriée à la présentation sur un oscillographe cathodique, à l'enregistrement par une caméra cinématographique, ou à l'introduction dans un dispositif de réduction de données tel qu'une calculatrice électronique. Dans l'exploration de l'espace par des engins non habités, la télémesure a permis de perfectionner les caractéristiques de chaque engin, grâce à l'analyse de leur fonctionnement en vol. En cas de défaillance d'un engin, les données qui ont été transmises par télémesure indiquent aux spécialistes la cause de la défaillance, même si ces données sont en très petit nombre. Dans les vols accomplis par des véhicules habités, les signaux de télémesure viennent compléter les messages envoyés par l'astronaute et permettent la mise en œuvre, dans les stations terriennes, d'installations de calcul complexes dont le poids serait trop grand pour que l'on puisse envisager de les placer à bord du véhicule.

La puissance requise pour l'émission de signaux de télémesure par les satellites et les sondes spatiales est infiniment plus faible que la puissance nécessaire pour les stations de radiodiffusion et de télévision commerciales. C'est ainsi que les signaux de l'émetteur de 5 watts installé à bord du satellite américain *Pioneer V* ont été reçus par une station terrienne après avoir parcouru une distance de 36 millions de kilomètres. Diverses raisons expliquent que l'on puisse réaliser une telle portée avec une puissance aussi faible. L'une d'elles est que l'engin spatial est toujours en visibilité directe d'une antenne de réception. Les ondes électromagnétiques qui transportent les signaux radio sont un peu analogues aux ondes lumineuses; elles se propagent approximativement en ligne droite. Ainsi, alors que les transmissions des services « de Terre » se trouvent limitées par la courbure de la surface terrestre et par des obstacles tels que les montagnes, ces difficultés n'existent pas dans le domaine spatial.

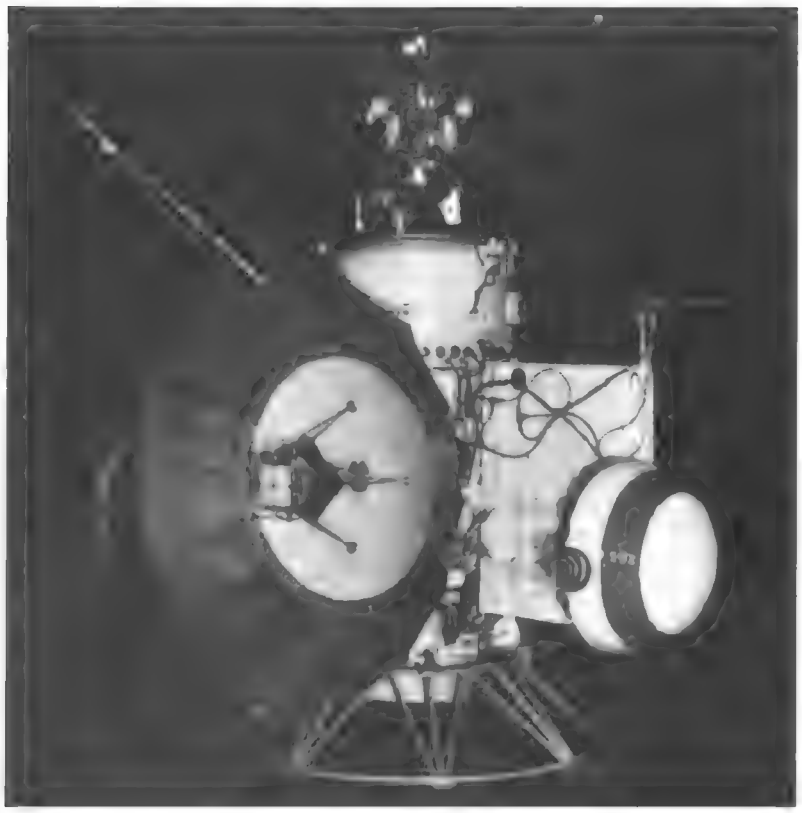
317 *Le cliché représente le blockhaus 37 qui est le centre de commande pour le lancement de la fusée* Saturne SA-5 *au cap Kennedy. Ce centre reçoit par radio, télévision, téléphone et télégraphe des données importantes avant le lancement et pendant la révolution orbitale de la fusée. Il est vraisemblable que dans l'avenir ces expériences seront effectuées non plus par une importante équipe d'opérateurs, mais par des calculatrices électroniques.*

318 *Vue du satellite* Mariner II, *lancé le 27 août 1962. Nature de l'orbite: orbite circumsolaire.*
Mission: vol vers Vénus. Mission accomplie le 14 décembre 1962, à la distance de 32 000 km de Vénus, alors que cette planète se trouvait à 57 millions de km de la Terre.
Caractéristiques du point de vue des télécommunications:
Récepteur: 890 MHz.
Emetteur: 960 MHz, puissance de sortie 3 watts, vitesse de transmission de l'information 33,3, soit 8,3 bits/seconde.
Codeur: trois modes de codage des informations en provenance des diverses sources de données analogiques et numériques, relatives au déroulement des expériences et au fonctionnement de l'engin.
Le mode I permet d'obtenir 48 mesures analogiques et 12 mesures numériques.
Le mode II donne 50 mesures scientifiques et 50 mesures du fonctionnement de l'engin au cours du déroulement des expériences scientifiques.
Décodeur: fonctionne en réponse à 12 ordres instantanés et à 3 ordres enregistrés en mémoire.

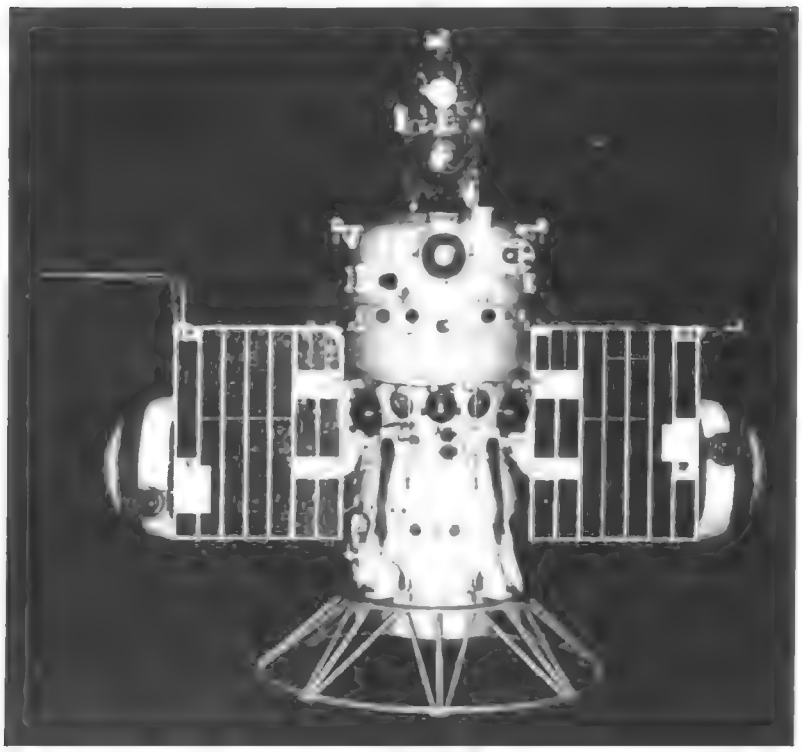


318

319



320

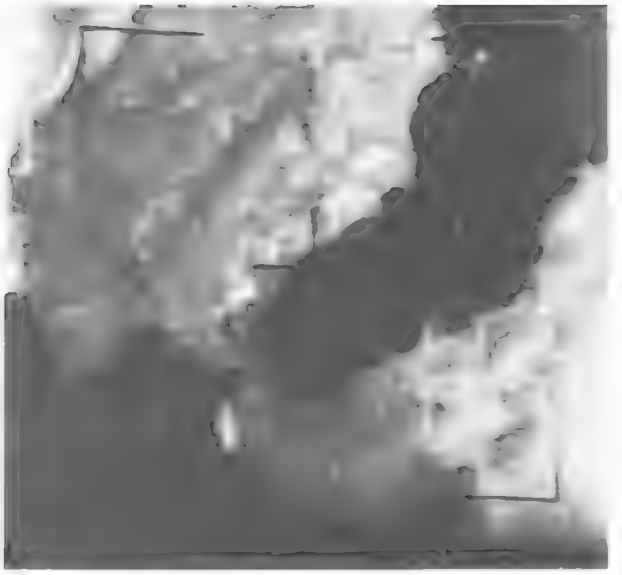


319-320 *La station interplanétaire* Mars I *lancée par l'U.R.S.S. en direction de la planète Mars, le 1er novembre 1962.*

321 *Vue du satellite* Tiros VIII, *lancé le 21 décembre 1963.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 750 km.
Périgée: 695 km.
Inclinaison: 58,5°.
Période: 99 minutes.

Mission: études sur la mise au point et l'utilisation de satellites en vue de l'observation des phénomènes météorologiques fondamentaux.

Caractéristiques du point de vue des télécommunications:
Un système de télévision avec enregistrement sur bande magnétique, et émetteur sur 235 MHz d'une puissance de sortie de 2 watts.
Un système d'émission automatique des images chargé de photographier les couches nuageuses et de diffuser immédiatement l'information video grâce à un émetteur de 5,5 watts, fonctionnant sur 137 MHz.



322

De plus, les systèmes de télémesure utilisés dans les communications spatiales sont dotés de récepteurs et d'antennes de qualité infiniment meilleure que celle des équipements dont dispose l'auditeur de radiodiffusion moyen. Pour citer un exemple, nous indiquerons que l'antenne parabolique de 76 mètres de la station de Jodrell Bank, en Grande-Bretagne, est capable de détecter des signaux extrêmement faibles; elle a permis effectivement de détecter ceux émis par des engins spatiaux américains et soviétiques. Grâce aux signaux émis par les satellites et autres engins spatiaux, les stations terriennes sont capables d'assurer leur poursuite avec une grande précision.

L'énergie peut être fournie aux émetteurs par des batteries chimiques dont la durée de vie est variable, par des batteries solaires (qui ont généralement une très grande durée de vie) ou par d'autres sources, notamment des sources d'énergie nucléaire. Les savants américains ont déjà mis en œuvre un petit générateur d'énergie nucléaire, le *Snap*; c'est probablement ce type de générateur qui ouvre les perspectives les plus intéressantes à l'heure actuelle en matière de production d'énergie illimitée dans le temps. Il existe évidemment une autre possibilité qui est l'énergie ionique, dont l'utilisation n'en est, pour le moment, qu'au stade expérimental.

Les engins spatiaux non habités peuvent être dotés d'un ou de plusieurs émetteurs qui fonctionnent sur ondes métriques ou décimétriques. Les engins habités transportent une plus grande variété d'appareils d'émission, qui les garantissent pratiquement contre toutes les difficultés imprévues. Les deux premiers engins habités *Mercury* ainsi que le *Vostok* soviétique étaient équipés de plusieurs systèmes de communication. Dans les capsules *Mercury*, on trouvait des émetteurs d'ondes décimétriques et d'ondes décamétriques pour la téléphonie, à quoi s'ajoutaient deux voies de télémesure à ondes décimétriques; de plus, l'engin disposait d'un système de secours pour communications téléphoniques bilatérales sur émetteurs-récepteurs pour ondes décimétriques et décamétriques. Le *Vostok* avait à sa disposition un canal de télévision supplémentaire.

Nous porterons maintenant notre attention sur les satellites de télécommunications. L'idée des communications par l'espace extra-atmosphérique, dont les satellites fournissent le premier exemple de réalisation effective, est bien plus ancienne que beaucoup de gens ne se l'imaginent. Cette idée a été formulée pour la première fois par Gauss (1777-1855), l'un des plus grands mathématiciens de tous les temps. Gauss pensait qu'il pouvait y avoir des « êtres doués d'intelligence » sur les planètes les plus rapprochées, dans notre système solaire, et que le seul moyen pour communiquer avec eux était d'utiliser le langage des symboles mathématiques. C'est très sérieusement que Gauss proposa d'utiliser la toundra sibérienne en guise de « tableau noir » pour y tracer des symboles mathématiques, par exemple la figure illustrant le théorème de Pythagore.

Gauss proposa que les symboles soient tracés dans une forêt de pins de couleur sombre, chaque ligne devant avoir une épaisseur de 15 km; pour le contraste, l'intérieur du triangle et des trois carrés construits sur ses côtés

322 *Cette photographie a été prise le 18 septembre 1962 par le satellite météorologique* Tiros VI, *lancé par les Etats-Unis, au cours de sa deuxième révolution orbitale; elle représente le Portugal, l'Espagne, le détroit de Gibraltar, une partie de la Méditerranée, et le nord du Maroc. Les deux caméras de télévision installées à bord du satellite fournissaient des images d'excellente qualité pour les besoins de l'exploitation.*

323 *« Serait-ce un de ces satellites pour téléphoner dans le ciel? »*

Dessin humoristique publié dans le numéro de décembre 1963 du Space Digest, *d'après un dessin original de J. G. Farris.*

aurait été planté de seigle ou de blé. Un astronome de Vienne, du nom de Littrow, célèbre pour ses travaux de base sur la spectrographie, émit une idée analogue à celle de Gauss. Il proposa d'utiliser le Sahara comme « tableau noir » et d'y creuser de grands canaux circulaires de 30 km de diamètre. Il s'agissait ensuite de remplir d'eau ces canaux et de verser là-dessus suffisamment de pétrole pour obtenir une combustion d'une durée de six heures. On aurait mis le feu au pétrole pendant une certaine nuit et, la nuit suivante, ç'aurait été le tour d'une tranchée de forme carrée puis, au cours d'une troisième nuit, celui d'une tranchée triangulaire. Selon Littrow, cette succession de figures géométriques aurait convaincu les habitants des autres planètes que notre Terre est peuplée d'êtres intelligents...

Il va sans dire qu'aucune de ces propositions n'a jamais été suivie d'effets et c'est seulement en 1960, avec le lancement d'*Echo I*, que la première tentative a été faite pour communiquer avec l'espace atmosphérique par le moyen d'un équipement industriel.

Il existe deux sortes de satellites de télécommunications: les satellites passifs, qui se contentent de réfléchir les signaux et qui constituent en quelque sorte une ionosphère artificielle, et les satellites actifs, qui reçoivent les signaux et les retransmettent, mais sur une autre fréquence, après leur avoir fait subir une amplification convenable; si les signaux retransmis avaient la même fréquence que les signaux reçus, il se formerait en effet un chemin de réaction entre les antennes de sortie et d'entrée du satellite.

Le satellite *Echo I*, lancé le 12 août 1960 par la N.A.S.A., a été le premier satellite de télécommunications passif placé sur orbite. Il était constitué par une sphère de 30 mètres de diamètre qui a fonctionné de façon satisfaisante pendant un certain temps, après quoi elle s'est dégonflée. Mais, avant cet essai, la Marine des Etats-Unis avait déjà utilisé un autre satellite, naturel celui-là, pour des télécommunications entre Hawaï et Washington. Il s'agit bien sûr de la Lune vers laquelle des signaux étaient envoyés par deux radiotélescopes orientables de 25 mètres de diamètre situés aux deux extrémités de la liaison; les signaux émis à une extrémité étaient réfléchis par la Lune et reçus à l'autre extrémité. Bien entendu, le système ne pouvait fonctionner que lorsque la Lune était au-dessus de l'horizon des deux stations terminales.

Echo II, sphère de 41 mètres de diamètre, fut également lancé par la N.A.S.A., le 25 janvier 1964. Ce lancement a donné l'occasion à des ingénieurs américains, britanniques et soviétiques d'effectuer des expériences scientifiques, en étroite coopération. A l'époque du lancement, on espérait que le diamètre initial demeurerait inchangé pendant une longue durée.

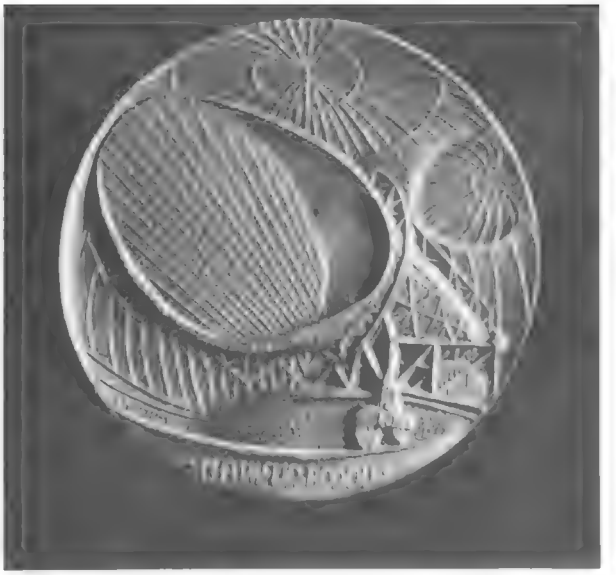
Le premier satellite de télécommunications actif, baptisé *Telstar I*, a été lancé par la N.A.S.A. le 10 juillet 1962. Ce lancement a constitué un succès technique éclatant pour le Bell Telephone System, la société privée qui a conçu et réalisé ce satellite et financé son lancement. Quelques heures seulement après le lancement, l'antenne de la station

terrienne du Bell System située à Andover (Maine) avait déjà émis des signaux de téléphonie, de télévision et de phototélégraphie en hyperfréquences. Quelques jours plus tard, des images de télévision transmises en direct franchissaient l'Atlantique par l'intermédiaire de *Telstar* et étaient reçues en France par la station de Pleumeur-Bodou et en Grande-Bretagne par celle de Goonhilly Downs. Aux yeux de millions d'Européens et d'Américains, le satellite *Telstar* était devenu le symbole d'une ère nouvelle, celle des télécommunications spatiales. *Telstar* a été mis à contribution pour les essais les plus divers que l'on puisse imaginer; il a même retransmis des images de télévision en couleur d'une opération chirurgicale. Il a définitivement cessé de fonctionner le 21 février 1963.

Le satellite *Relay I*, fonctionnant selon les mêmes principes de base que *Telstar*, a été lancé le 13 décembre 1962; il a permis, lui aussi, d'exécuter un très grand nombre d'essais et d'expériences. On a fait appel à lui notamment pour des transmissions de télévision entre l'Europe, l'Amérique du Sud, le Japon et les Etats-Unis. Ce satellite fonctionnait encore parfaitement en janvier 1964.

Une des conditions à remplir pour presque tous les satellites de télécommunications actifs et passifs est la mise en œuvre à terre d'une antenne orientable tant à l'émission qu'à la réception. Il faut de plus disposer de calculatrices électroniques très perfectionnées afin de pouvoir déterminer avec précision les instants où le satellite se trouvera au-dessus de l'horizon ainsi que les positions correspondantes de l'engin; tout cela est indispensable pour pouvoir pointer les antennes sur le satellite pendant les intervalles relativement brefs où ce dernier est visible des deux extrémités d'une liaison. Si l'on veut réaliser des communications continues avec des satellites du type *Echo*, *Telstar* ou *Relay*, il faut, dès qu'un satellite disparaît de l'horizon commun aux deux stations terriennes, qu'un autre apparaisse pour prendre sa suite. On a proposé à cet effet des systèmes comprenant jusqu'à 8, voire 12 de ces satellites.

Il existe toutefois une autre solution qui a été suggérée dès octobre 1945 par un savant britannique, Arthur C. Clarke, dans la revue *Wireless World*. Cet auteur indiquait que, s'il se révélait possible de placer un satellite artificiel sur orbite, il conviendrait d'accorder une attention particulière à l'orbite située à 42 000 km du centre de la Terre; « ...si le plan de cette orbite était confondu avec celui de l'équateur terrestre, le satellite aurait une vitesse de rotation égale à celle de la Terre et donnerait par conséquent l'impression d'être immobile au-dessus d'un point de la surface terrestre. Il occuperait une position invariable dans la voûte céleste couvrant tout un hémisphère et, contrairement à tous les autres corps célestes, il ne se lèverait ni ne se coucherait jamais... Supposons maintenant que l'on construise une station spatiale sur une telle orbite. On pourrait équiper cette station d'appareils de réception et d'émission et on aurait ainsi un relais qui retransmettrait des signaux entre deux points quelconques de l'hémisphère considéré, sur toute fréquence capable de traverser l'ionosphère... Une telle station ne pourrait desservir



324

que la moitié de la surface terrestre; il en faudrait trois pour assurer un service mondial, mais il va de soi que l'on pourrait en utiliser davantage».

Cette orbite suggérée par Clarke a reçu un nom; on l'appelle maintenant l'orbite « synchrone ». Le 14 février 1963, la N.A.S.A. a lancé le premier satellite synchrone, *Syncom I*, dont les émissions cessèrent 20 secondes après la mise en marche de son moteur d'apogée. Ce satellite fut suivi de *Syncom II*, lancé le 26 juillet 1963, et qui fonctionna parfaitement pour des transmissions de téléphonie, de télétype et de fac-similé entre les Etats-Unis, l'Afrique et l'Europe. Le troisième satellite synchrone, *Syncom C*, fut lancé le 19 août 1964 et servit de relais pour des émissions de télévision entre le Japon et la côte ouest des Etats-Unis pendant les Jeux olympiques.

A la suite des succès remportés avec ces premiers satellites de télécommunications, tous expérimentaux, le Gouvernement des Etats-Unis décida de porter toute la question des satellites de télécommunications sur le plan de l'exploitation. Le Congrès américain vota en 1962 une loi appelée *Communication Satellites Act*, qui prévoyait la création à Washington d'une *Communication Satellite Corporation*, organisme responsable de la réalisation de ces satellites sur le plan commercial.

L'U.I.T. commença à s'intéresser officiellement aux questions spatiales en 1959, année où la IX^{e} Assemblée plénière du C.C.I.R., réunie à Los Angeles, créa une nouvelle commission d'études (la Commission IV) chargée des radiocommunications spatiales. Vers la fin de cette même année 1959, la Conférence administrative des radiocommunications, par sa Résolution N^{o} 7, invita le C.C.I.R. à étudier un certain nombre de questions ayant trait aux émissions radioélectriques en provenance des satellites artificiels et d'autres engins spatiaux. De son côté, la Conférence de plénipotentiaires, par sa Résolution N^{o} 34, chargea le secrétaire général de faire connaître aux Nations Unies et aux autres organisations internationales intéressées les décisions de la Conférence administrative des radiocommunications ainsi que les études entreprises par les Comités consultatifs internationaux. La Conférence de plénipotentiaires accepta la recommandation de la Conférence des radiocommunications tendant à ce qu'une conférence administrative extraordinaire fût convoquée pour 1963.

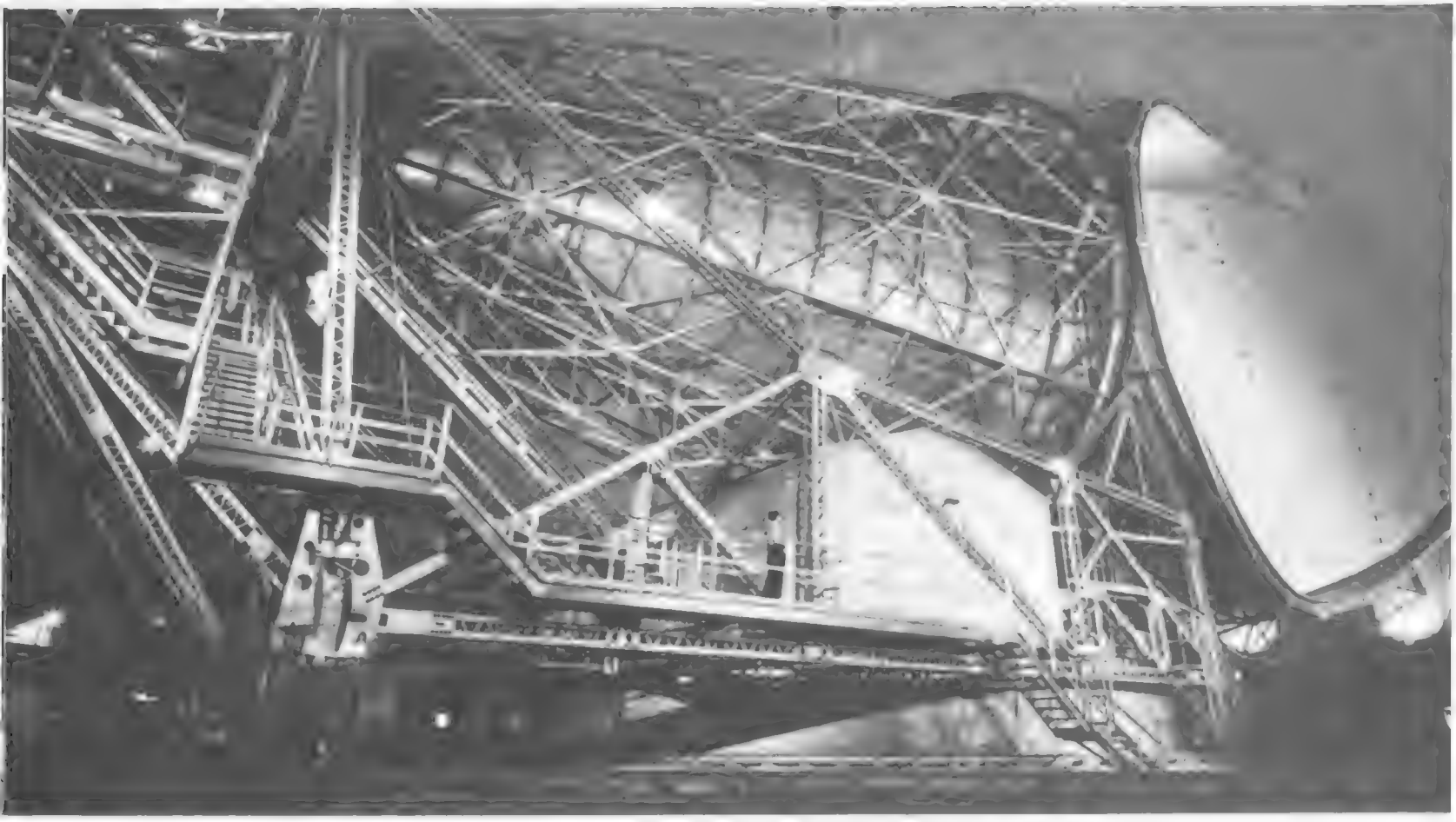
La Conférence administrative extraordinaire des radiocommunications spatiales se tint à Genève pendant cinq semaines et fut couronnée du succès le plus complet. Un des événements marquants de cette conférence fut une démonstration dans laquelle la ville de Genève fut reliée par télévision, par l'intermédiaire du satellite *Telstar II*, avec le siège des Nations Unies à New York. Les délégués et les téléspectateurs européens purent voir et entendre le secrétaire général des Nations Unies s'adressant aux participants à la conférence; de leur côté, les téléspectateurs américains purent voir et entendre le secrétaire général de l'U.I.T. prononçant son allocution de réponse. Il y eut une seconde démonstration au cours de la conférence, cette fois une liaison téléphonique entre Genève et les Etats-

324 L'antenne de réception de la station française de Pleumeur-Bodou, construite par les Bell Telephone Laboratories, est identique à celle de la station d'Andover. Cette médaille a été frappée pour commémorer les premières transmissions de télévision entre les Etats-Unis et la France, les 11 et 12 juillet 1962.

325 *Le 28 janvier 1960, la Marine des Etats-Unis a fait la démonstration publique de la première liaison de télécommunication par l'intermédiaire d'un satellite. Les points terminaux de cette liaison étaient Pearl Harbor et Washington et les signaux étaient réfléchis sur la Lune. Les stations terminales ne pouvaient communiquer entre elles que lorsque la Lune se trouvait au-dessus de leurs horizons. Cette liaison a été utilisée exclusivement pour les communications de la Marine des Etats-Unis.*

325

326 *L'antenne qui équipe la station terrienne du Bell System à Andover (Maine) est une énorme structure à cornet réflecteur de 60 mètres de long, pesant 370 tonnes. Il s'agit d'une version très agrandie et orientable d'antennes analogues utilisées dans les faisceaux hertziens terrestres. Elle a permis aux ingénieurs des Bell Telephone Laboratories d'effectuer des transmissions expérimentales à large bande par l'intermédiaire du satellite* Telstar, *lancé le 10 juillet 1962. En dépit de ses dimensions et de son poids, l'antenne à cornet était construite d'une façon aussi rigide et aussi précise qu'une petite montre; elle a permis de réaliser la poursuite de* Telstar *avec une précision de 1/20 de degré, même lorsque le satellite était à son apogée, à une altitude de 5 600 km. L'ensemble de cette structure est couverte par un radome constitué par du dacron et du caoutchouc synthétique, qui assure la protection contre le vent, le givrage et des variations rapides de température.*



326

328

327 *Vue de l'antenne de la station anglaise de Goonhilly Downs, qui a reçu en 1962 les signaux transmis par les satellites artificiels* Telstar *et* Relay.

328 *Il faudrait mettre en œuvre un très grand nombre de satellites passifs du type* Echo *et de satellites actifs des types* Telstar *et* Relay, *gravitant sur des orbites à altitude relativement faible (quelques milliers de kilomètres), pour réaliser une couverture continue et totale du globe terrestre. Les estimations varient entre 10 et 100 satellites.*

329 *Cette station de réception mobile pour les radiocommunications par satellites a été mise en service en Allemagne le 8 novembre 1963. Elle a été construite par l'International Telephone and Telegraph Corporation de New York et par la Standard Elektrik Lorenz, en coopération avec la Deutsche Bundespost. D'un diamètre de 9 mètres, l'antenne est capable de décrire une révolution complète en 60 minutes lorsque le vent souffle jusqu'à 80 km à l'heure.*

329

330

330 *Vue du satellite* Echo II, *lancé le 25 janvier 1964.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 1 300 km.
Périgée: 1 260 km.
Période: 111 minutes.
Inclinaison: 82°.

Caractéristiques physiques:
Sphère de 41 m de diamètre réfléchissant les signaux radioélectriques.
Poids sur orbite: 258 kg.
Matière: trois couches d'aluminium-mylar-aluminium de 0,000018 mm d'épaisseur.
Radiophares utilisés: deux radiophares rayonnant 35 MW respectivement sur 136,02 MHz et 136,17 MHz. Données de télémesure sur la température de l'enveloppe et la pression interne.

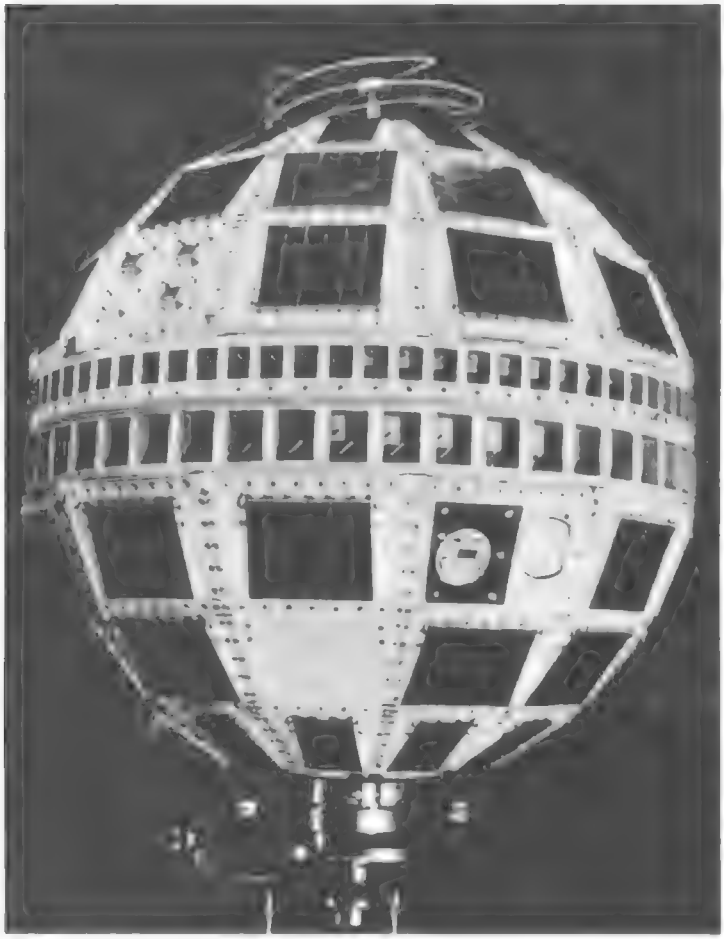
L'enveloppe est restée lisse et sphérique même apres les baisses de pression, ce qui a permis au satellite de conserver indéfiniment les mêmes caractéristiques de réflexion.

331 Telstar I, *lancé le 10 juillet 1962.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 6 140 km.
Périgée: 960 km.
Période: 158 minutes.
Inclinaison: 44,8°.

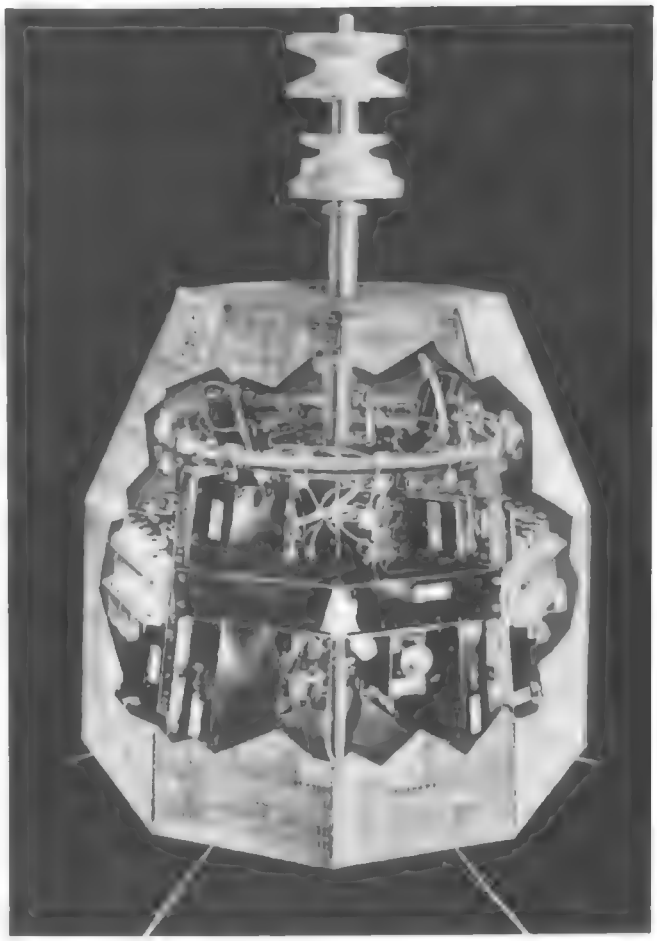
Telstar II, *lancé le 7 mai 1963.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 10 000 km.
Périgée: 974 km.
Période: 225 minutes.
Inclinaison: 42,7°.

Caractéristiques du point de vue des télécommunications:
Un répondeur à large bande (50 MHz).
Puissance à la sortie des tubes à ondes progressives: 2,25 W.
Fréquence pour les transmissions vers le satellite: 6 390 MHz.
Fréquence pour les transmissions vers la Terre: 4 170 MHz.

Telstar I *a parfaitement fonctionné depuis son lancement jusqu'au 23 novembre 1962, date à laquelle le système de commande eut une défaillance. En modifiant les manœuvres de fonctionnement, il fut possible de réactiver le satellite le 3 janvier 1963. Celui-ci cessa définitivement de fonctionner le 21 février 1963.*
Telstar II *a parfaitement fonctionné depuis son lancement jusqu'au 16 juillet 1963, date à laquelle il cessa d'émettre par suite d'une panne non identifiée. Les émissions reprirent le 12 août 1963 et le satellite fonctionne normalement depuis cette date. Il n'a pas été possible de déterminer la cause de la panne.*
Les satellites Telstar I *et* Telstar II *ont effectué des expériences de rayonnement et des essais d'endommagement, afin de déterminer les effets et l'intensité du rayonnement corpusculaire le long des orbites. Les renseignements ainsi recueillis se sont révélés extrêmement précieux dans l'analyse des ceintures de rayonnement et dans l'étude de la détérioration des cellules solaires et des transistors.*

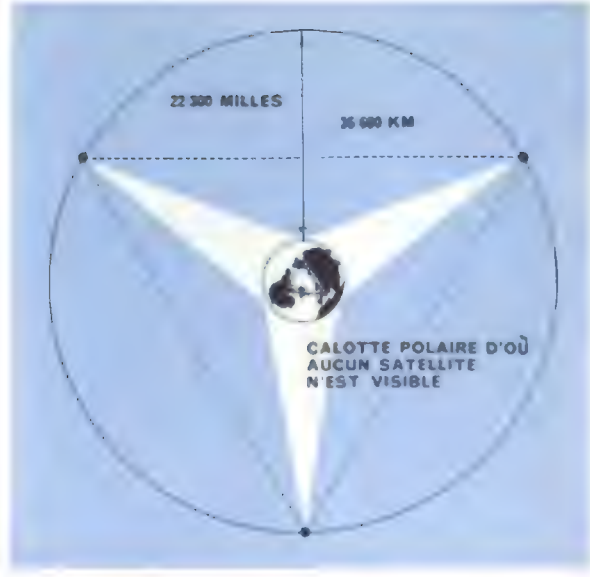


331



332

332 *Vue en coupe du satellite* Relay, *montrant sa construction en croix ainsi que le montage des organes de radiocommunication et des appareils spécialisés pour les expériences spatiales. L'antenne de télévision installée à la base ne pèse que 1 kg.*



333

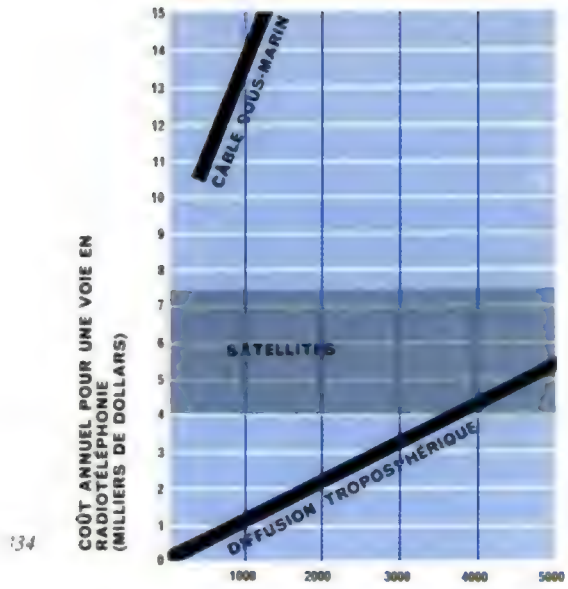
Unis par l'intermédiaire du satellite *Syncom II*. Il s'agit plus précisément d'une série de démonstrations qui se poursuivirent du 30 octobre au 8 novembre 1963; plus de 200 personnes représentant 27 pays et 10 organisations internationales échangèrent des conversations sur cette liaison par satellite. Le tronçon spatial était précédé par un circuit terrestre entre Genève et le port de Rota (Espagne), où était ancré le navire américain *Kingsport*. Ce bâtiment, pourvu de toutes les installations nécessaires aux télécommunications spatiales, transmettait les conversations téléphoniques au satellite *Syncom II*, ce qui représentait une distance de quelque 36 000 km, après quoi les signaux étaient retransmis à la station terrienne américaine de Lakehurst (New Jersey). De Lakehurst, la liaison téléphonique s'achevait par des lignes terrestres aboutissant à New York et à Washington. La plupart des personnes qui se servirent ainsi pour la première fois des communications spatiales ont indiqué que celles-ci étaient extrêmement satisfaisantes et de qualité au moins équivalente à celle des communications interurbaines ordinaires.

Les Actes finals de la conférence furent signés le 8 novembre 1963. Cette réunion, à laquelle avaient participé plus de 400 délégués représentant 70 pays membres de l'U.I.T., avait eu pour tâche principale d'attribuer des fréquences radioélectriques pour les activités relatives à l'espace extra-atmosphérique, ce qui impliquait une révision partielle du tableau de répartition des bandes de fréquences. Ce tableau, qui constitue la partie vitale du Règlement des radiocommunications, est un texte de base pour l'exploitation des radiocommunications dans le monde entier; sa révision précédente remontait à la Conférence administrative de Genève de 1959 et il était devenu urgent d'attribuer un nombre suffisant de bandes de fréquences pour les radiocommunications spatiales, en raison du développement rapide des activités s'y rapportant.

Au terme de ses débats, la conférence attribua aux divers services spatiaux des fréquences occupant une largeur de bande totale de 6 076,462 MHz; sur ce total 2 800 MHz étaient attribués pour les satellites de télécommunications, en partage avec d'autres services. Ainsi, alors que la Conférence de 1959 n'avait affecté que 1% seulement du spectre aux radiocommunications spatiales, la Conférence de 1963 porta ce pourcentage à environ 15%.

La conférence a de plus adopté un certain nombre de résolutions et recommandations d'une grande importance. Une de ces recommandations est relative aux mesures qui devront être prises par l'U.I.T., compte tenu de l'évolution des radiocommunications spatiales. Ce texte recommande que les membres et membres associés de l'Union communiquent les données dont ils disposent aux organismes permanents compétents de l'U.I.T.; que le Conseil d'administration examine à chacune de ses sessions annuelles les progrès accomplis par les administrations dans le domaine des radiocommunications spatiales et que, compte tenu de cet examen annuel, il recommande la convocation d'une nouvelle conférence administrative extraordinaire chargée d'élaborer de nouveaux accords concernant la réglemen-

333 *Système à orbite synchrone, permettant de réaliser des télécommunications mondiales avec trois satellites seulement (et éventuellement un satellite de réserve pour chacun d'eux). Chaque satellite, placé au-dessus de l'équateur terrestre à une altitude de 35 680 km, se déplace vers l'est avec une vitesse apparente égale à la vitesse de rotation de la Terre, ce qui le fait apparaître immobile dans le ciel. Seules de petites zones autour des pôles ne seraient pas desservies par un tel système.*



334

tation internationale de l'utilisation des bandes de fréquences attribuées par la Conférence de 1963; enfin que les procédures de notification et d'enregistrement, dans le Fichier de référence, des assignations de fréquence aux stations des services spatiaux soient celles qui ont été adoptées par la Conférence de 1963, jusqu'à leur révision par la conférence ultérieure.

Une des résolutions les plus importantes a trait aux engins spatiaux en détresse et en situation critique. Ce texte note que la fréquence 20 007 kHz a été choisie à cet effet par la conférence, et indique que jusqu'à nouvel avis les signaux de détresse utilisés par les navires et les aéronefs (SOS en radiotélégraphie et MAYDAY en radiotéléphonie) doivent être utilisés également par les engins spatiaux.

Dans une recommandation adressée au C.C.I.R., la conférence, considérant « que l'utilisation de satellites pour faire des émissions de radiodiffusion sonore et de télévision destinées à être reçues directement par le public en général pourrait être possible dans l'avenir », invite le C.C.I.R. à faire diligence dans ses études relatives à la possibilité technique de réaliser des émissions de radiodiffusion à partir de satellites. Une étape importante a été ainsi franchie dans la voie de la réception directe par le public de programmes de radiodiffusion sonore et de télévision à partir de satellites.

Une autre recommandation invite la Conférence des radiocommunications aéronautiques de l'U.I.T. à réserver des fréquences des bandes d'ondes décamétriques (entre 2 850 kHz et 22 MHz) pour les communications destinées aux véhicules de transport aéro-spatiaux appelés à voler entre des points de la surface terrestre aussi bien à l'intérieur qu'au-dessus de la partie principale de l'atmosphère.

Nous citerons enfin une autre recommandation par laquelle la conférence, reconnaissant «que les membres et membres associés de l'Union ont tous intérêt à utiliser de manière équitable et rationnelle les bandes de fréquences attribuées pour les radiocommunications spatiales et qu'ils ont le droit de les utiliser ainsi », recommande « que l'utilisation et l'exploitation des bandes de fréquences attribuées pour les radiocommunications spatiales soient soumises à des accords internationaux fondés sur des principes de justice et d'équité et de nature à permettre l'utilisation et le partage de ces bandes dans l'intérêt mutuel de toutes les nations ».

Lors de la célébration du centenaire de l'U.I.T. en 1965, les télécommunications spatiales avaient atteint un niveau de développement comparable à celui du télégraphe en 1844 ou du téléphone en 1877. Les stations-relais extra-atmosphériques auront fait la preuve de leur efficacité, des démonstrations auront été faites à l'échelon du globe, mais on n'aura pas encore réalisé avec ces stations un réseau mondial susceptible d'une exploitation économique.

334 Comparaison entre les prix de revient des divers systèmes de télécommunication.

335

335 *Le navire américain* Kingsport *est spécialement équipé pour participer aux programmes de recherche sur les communications spatiales.*

336 Syncom I, *lancé le 14 février 1963.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 36 400 km.
Périgée: 35 200 km.
Période: 23 heures 44,8 minutes.
Inclinaison: 33,3°.
Syncom II, *lancé le 26 juillet 1963.*
Caractéristiques orbitales:
Apogée: 35 700 km.
Périgée: 35 690 km.
Période: 23 heures 55,9 minutes.
Inclinaison: 33,1°.
Caractéristiques du point de vue des télécommunications:
Un répondeur à large bande: 50 MHz.
Un répondeur à bande étroite: 2 canaux de 500 kHz chacun.
Puissance de sortie: 2 watts.
Fréquence pour les transmissions vers le satellite: 7,36 GHz.
Fréquence pour les transmissions vers la Terre: 1,82 GHz.

Syncom I *a cessé d'émettre 20 secondes après la mise à feu de son moteur d'apogée. La forme de l'orbite a été confirmée par des visées optiques.* Syncom II *a été le premier satellite synchrone opérationnel. Il a transmis diverses catégories de trafic: téléphonie bidirectionnelle, téléimprimeur et fac-similé entre les Etats-Unis d'une part, l'Afrique et l'Europe d'autre part; télévision entre deux stations des Etats-Unis dans le cadre d'un essai spécial.*

336

337

Il n'est pas douteux qu'un tel réseau verra le jour. En outre, rien n'indique que les liens étroits qui se sont forgés jusqu'à présent entre la technique des fusées et celle de la radio seront jamais rompus. Lorsque, à une date qui est peut-être très proche, le premier homme à atteindre la Lune enverra son message de victoire, il ne pourra qu'utiliser les ondes radioélectriques pour transmettre ce message jusqu'à sa planète natale. Il se peut même que d'ici là on soit en mesure d'utiliser à cet effet les ondes lumineuses d'un laser.

337 *Le 7 octobre 1963 s'ouvrit à Genève, sous l'auspice de l'Union internationale des télécommunications, une Conférence mondiale des radiocommunications spatiales. Plus de 400 délégués venant d'environ 70 pays participèrent à cette conférence qui siégea pendant cinq semaines. Le cliché donne une vue d'ensemble de la salle de réunion immédiatement avant le début des travaux. On y voit des récepteurs et des caméras de télévision qui assurèrent la liaison avec le siège des Nations Unies à New York. U Thant, Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies, adressa ses vœux de réussite à la conférence; son allocution fut transmise par un satellite de télécommunication.*

Conclusions

Le fruit d'un siècle d'existence

L'objet de l'Union internationale des télécommunications, clairement défini dans la Convention, est:

de maintenir et d'étendre la coopération internationale pour l'amélioration et l'emploi rationnel des télécommunications de toutes sortes;

de favoriser le développement de moyens techniques et leur exploitation la plus efficace, en vue d'augmenter le rendement des services de télécommunications, d'accroître leur emploi et de généraliser, le plus possible, leur utilisation par le public;

d'harmoniser les efforts des nations vers ces fins communes.

Bien qu'ils n'aient jamais été énoncés auparavant avec autant de clarté et de précision, les objectifs de l'Union se trouvent réalisés dans l'œuvre qu'elle a accomplie au cours de ses cent années d'existence. Quelles sont les raisons du succès exceptionnel qui a été le sien dans le cadre d'une coopération internationale durable et fructueuse?

Avant toute chose, les télécommunications sont un produit de la science. Des générations de délégués se sont succédé aux séances de travail de l'Union, mais toutes présentaient un trait commun: elles réunissaient des savants et des ingénieurs formés dans les mêmes disciplines et pénétrés du caractère universel de la science, quel que fût le pays qu'ils représentaient. Nous avons vu, dans cette histoire de l'U.I.T., que l'invention du télégraphe, du téléphone et de la radio n'a pas été le fait d'un seul homme ou d'une seule nation; ces inventions ont découlé, en grande partie, des travaux accomplis par des savants et des ingénieurs originaires de nombreux pays. Cet esprit scientifique international a été en quelque sorte l'ange gardien de l'Union et lui a permis, au cours de ses cent années d'existence, de placer tous ses travaux lentement mais sûrement sous le signe d'une coopération qui s'est étendue à des domaines toujours plus vastes de l'activité humaine.

Les conférences de l'U.I.T., qui constituent autant d'étapes dans le développement de l'organisation, se sont rarement préoccupées des impondérables que pouvait contenir l'avenir. Elles s'en sont tenues aux réalités scientifiques et concrètes du présent qui, par définition même, sont justiciables de solutions concrètes. En jetant un coup d'œil en arrière, on se rend aisément compte que l'un des grands mérites de l'Union a été de ne pas prendre de décisions hâtives, de ne jamais essayer de prévoir ou de résoudre à l'avance les problèmes qui pourraient se poser un jour. L'U.I.T. a souvent différé le moment de prendre une décision définitive, elle a adopté à titre temporaire des compromis qui se sont révélés efficaces et sont devenus par la suite des règlements en bonne et due forme. L'histoire de l'Union peut avec raison être considérée comme le triomphe de l'empirisme, de l'esprit d'observation et d'expérimentation — non celui de la théorie. En ce sens, l'U.I.T. a suivi à la lettre les enseignements de la méthode scientifique expérimentale.

338 *Grâce au télex, les mots imprimés franchissent les continents à la vitesse de l'éclair, entre le clavier émetteur et le téléimprimeur, réalisant la transmission instantanée des messages qui répond aux besoins de rapidité de notre époque.*

339 *Vue d'un grand central téléphonique international. On compte plus de 150 millions d'abonnés au téléphone dans le monde entier et leur nombre s'accroît journellement. N'importe quel abonné peut en appeler un autre résidant dans un pays différent, ce qui impose à toutes les nations du monde l'obligation de coopérer pour organiser leurs télécommunications à l'échelon international.*

338

339

340

340-341 *Pour garantir la sécurité de leurs passagers, les pilotes des milliers d'avions qui sillonnent chaque jour les voies aériennes doivent rester constamment en contact avec le sol par radio.*

341

342

342 *Les émissions de radiodiffusion sonore et de télévision ne sont que deux applications, parmi tant d'autres, qui font que les bandes de fréquences radioélectriques, en nombre limité, sont constamment occupées de par le monde.*

343 *Une grande partie des informations destinées aux journaux du monde entier est transmise par téléimprimeurs sur les réseaux télégraphiques des membres de l'U.I.T. La photographie représente un opérateur au siège de l'Agence Reuter, à Fleet Street, Londres, le 6 mars 1964.*

343

En raison du conservatisme propre à toute organisation consacrée, l'Union a toujours maintenu en vigueur le plus longtemps possible les décisions qu'elle prenait. Leur utilité était néanmoins évaluée en fonction des résultats concrets et non en fonction des possibilités éventuelles. Au besoin, et si les demandes de révision étaient en nombre suffisant, les décisions prises étaient modifiées. Cette progression lente et prudente caractérisait déjà la politique de l'Union il y a cent ans; elle apparaît clairement, aujourd'hui encore, dans les débats des diverses conférences et réunions. Prenons, à titre d'exemple, la question de l'attribution de fréquences pour les radiocommunications spatiales. Au cours de la conférence qui s'est occupée de ce problème en 1963, certains ont exprimé l'avis que la technique des radiocommunications spatiales n'était pas encore suffisamment développée pour permettre d'élaborer des règlements, lesquels ne pourraient que faire obstacle au progrès scientifique futur. Pourtant, il fallait bien prendre des décisions, et elles furent prises. Dès les premières conférences de l'Union télégraphique internationale, au milieu du siècle dernier, les délégués étaient tous également soucieux de ne pas normaliser un appareil télégraphique particulier. On considérait en effet qu'une mesure de cette nature aurait ralenti le progrès scientifique dans ce domaine nouveau et en expansion rapide.

Un deuxième motif qui explique pour une grande part les succès ininterrompus de l'Union réside dans l'attitude qu'elle adopte à l'égard de ses membres. Quelle autre organisation internationale (à part l'Union postale universelle qui s'est ralliée au système de l'U.I.T. dès 1874) ou même quel autre club ou groupement autorise ses membres à choisir librement le montant de leur contribution annuelle ? C'est pourtant là le principe fondamental que l'U.I.T. applique avec succès depuis un siècle en matière de finances. A aucun moment non plus l'U.I.T. n'a contraint l'un quelconque de ses membres à signer une convention ou un règlement qu'il n'approuvait pas entièrement. Chacun des textes officiels de l'organisation comporte en annexe certaines objections ou réserves formulées par ceux des membres qui ne sont pas d'accord sur certains points de détail ou qui désirent conserver leur liberté d'action. Ces réserves n'ont cependant jamais constitué un désaccord de principe et, tout au long de son histoire, l'Union n'a jamais eu à enregistrer la démission d'aucun de ses membres. Même un retard de plusieurs années dans le paiement des contributions — retard porté à la connaissance de tous dans le rapport annuel de l'organisation — n'a jamais privé un pays membre de son droit de vote ni du droit de prendre part aux travaux de l'Union. Ce large esprit de tolérance contribue, lui aussi, à expliquer ces cent années de coopération internationale qui ont marqué l'histoire de l'U.I.T.

Le troisième élément sur lequel reposent les succès de l'Union est la nature même des télécommunications, dont la vocation est de permettre au plus grand nombre d'êtres humains d'entrer en contact les uns avec les autres. Cette tâche est d'ailleurs rémunérée, et toutes les administrations ont pris conscience des avantages qu'elles retireraient

soit en acheminant des télégrammes destinés à d'autres pays et pour lesquels elles pouvaient percevoir une taxe, soit en recevant de l'étranger des télégrammes qu'elles pouvaient également taxer. Ces mêmes considérations ont prévalu par la suite en matière de transmission téléphonique et de radiocommunications. La coopération internationale permettait donc aussi de réaliser des bénéfices d'ordre financier, et bien davantage encore. Elle permettait d'obtenir des pays voisins, sur la base de la réciprocité, un certain nombre de facilités sans lesquelles les télécommunications n'auraient pu garder qu'un intérêt local. Ce caractère local aurait été en contradiction avec toute l'histoire politique et économique du 19e siècle, qui est celle d'un grand mouvement d'expansion. Dès le début du 20e siècle, les profonds bouleversements intervenus sur le plan scientifique et industriel n'ont fait qu'intensifier la coopération internationale dans les domaines les plus inattendus; cette coopération ne pouvait pas ne pas s'étendre au domaine, essentiel celui-là, des télécommunications.

Chacun s'accorde à reconnaître que le Bureau de Berne a été pour beaucoup dans les succès de l'Union. Ce Bureau, créé en 1868, a été le premier organisme international permanent établi en tant que tel. Sa neutralité rigoureuse dans toute question politique a beaucoup fait pour rehausser son prestige. En adoptant cette ligne de conduite, le Bureau n'a fait que suivre les directives données par les conférences, mais ce n'est qu'aujourd'hui, après bientôt cent ans, que l'on se rend vraiment compte de la profonde sagesse qui dictait cette politique.

Connaissant la solide réputation d'impartialité politique de l'U.I.T. et sachant qu'elle ne défend aucun intérêt d'ordre commercial ou politique, les Etats nouvellement indépendants s'adressent à elle sans la moindre hésitation en vue d'obtenir des conseils techniques ou les noms d'experts dont les services leur seraient utiles. Il n'est pas exagéré de dire qu'à cet égard l'Union est devenue le grand recours de ces pays nouveaux et en voie de développement. Cette réputation d'impartialité n'a pu être établie qu'au prix d'efforts considérables qui ont souvent été la cause de dépenses importantes et de longs retards. C'est en elle cependant qu'il faut chercher la quatrième raison des succès remportés par l'U.I.T. au cours de ce premier siècle d'existence.

Si donc on considère dans ses grandes lignes cette période de cent années, on constate que les éléments fondamentaux qui ont assuré le succès de l'U.I.T. sont: l'esprit d'universalité propre à tout travail scientifique, la tolérance dont elle a fait preuve à l'égard de ses membres, la tendance naturelle à l'expansion qui caractérise les télécommunications elles-mêmes et l'impartialité politique. Cette vue d'ensemble ne tient pas compte des nombreuses déceptions qui jalonnent cette période, des retards qui auraient pu être évités, de l'inefficacité de certaines mesures, ni des désaccords qui n'ont pu être écartés. Un fonctionnaire du secrétariat, un délégué à une conférence ou un observateur de l'extérieur ont forcément une vision à court terme des choses, qui ne peut que déboucher sur la critique. Cela est à

344

la fois parfaitement naturel et extrêmement profitable, car c'est précisément grâce aux critiques formulées tout au long des cent années écoulées que le succès est venu couronner les travaux de l'U.I.T.

En raison du rythme accéléré des progrès de la science moderne, il est plus que jamais nécessaire de soumettre les activités de l'Union et de son secrétariat à un examen critique. C'est ainsi par exemple que les méthodes administratives utilisées pour les publications sont peu à peu améliorées ou rajeunies grâce aux possibilités qu'offrent les techniques modernes.

Il existe maints signes extérieurs qui concrétisent le succès de l'organisation. L'Union vient de « boucler » un siècle de coopération internationale, au cours duquel sa vigueur n'a cessé de croître; elle s'est assimilé, à mesure qu'ils apparaissaient, les formidables progrès qui ont marqué l'évolution de la science. Elle a traversé deux guerres mondiales pendant lesquelles son activité a été très ralentie, mais ses travaux ont repris de plus belle au lendemain de ces conflits.

Mais il est également d'autres moyens de mesurer son succès. Chaque année, des millions de messages franchissent les frontières tracées par l'homme sur notre planète, soit par les câbles télégraphiques ou téléphoniques, soit par les radiocommunications. D'innombrables vies humaines ont été sauvées au cours des cent dernières années, sur terre, sur mer et dans les airs, parce que le message voulu avait pu être transmis jusqu'au point voulu, dans le plus bref délai. Des fortunes se sont édifiées et écroulées, des millions de mots sont envoyés chaque jour autour du globe pour alimenter la presse, et on peut dire maintenant que tout abonné au téléphone peut appeler n'importe quel autre abonné, où qu'il se trouve. Cet état de choses est considéré aujourd'hui comme allant de soi et on ne se donne plus guère la peine d'en parler. Il représente pourtant le plus grand hommage qui puisse être rendu à l'efficacité des travaux de l'Union internationale des télécommunications, car sans elle nous en serions encore aux réseaux nationaux et aux messages transmis par lettres. Bien des facilités de notre vie moderne n'existeraient pas. Avoir des télécommunications internationales efficaces nous semble aujourd'hui aussi naturel qu'obtenir de l'eau potable au robinet. C'est sans doute par de telles comparaisons que l'on mesure le mieux l'ampleur de l'œuvre accomplie au cours des cent années écoulées.

344 *A mesure que le réseau mondial de télécommunication devient plus étendu et plus complexe, l'équipement mis en œuvre se rapproche sans cesse de la perfection technique. L'utilisation des réseaux et des équipements exige une coopération et une normalisation internationales.*

Incidences sociales des télécommunications

Que ce soit dans les airs, en mer ou sur terre, les télécommunications jouent un rôle essentiel dans la vie moderne. Cela se manifeste surtout dans les pays techniquement très évolués, mais la plupart des Etats nouveaux et en voie de développement sont impatients de suivre cet exemple.

De nos jours, grâce à la radio, aucun avion ni aucun navire ne se sent plus isolé. A terre, de nombreux véhicules - ceux de la police, de l'armée, les ambulances, les voitures des pompiers, un grand nombre d'automobiles et de camions privés – sont équipés d'un récepteur, sinon d'un émetteur-récepteur, de radiotéléphonie. Partout des hommes se rassemblent, dans les bureaux, à la Bourse, dans les clubs ou à l'université, dans les laboratoires de recherche, les ambassades, les hôpitaux et les hôtels, à l'usine ou dans les services de presse, dans les raffineries de pétrole comme dans les mines d'or, on trouve des centraux téléphoniques privés. La plupart des communications sont locales ou nationales, mais le développement constant de l'interdépendance économique des pays fait sans cesse augmenter le nombre des communications internationales. Toutes les statistiques établies jusqu'ici prouvent que la demande de communications internationales n'a cessé de croître depuis l'installation de la première ligne téléphonique reliant deux pays.

Depuis le début de ce siècle, l'emploi du télégraphe par le public a perdu de son importance mais, à partir des années 30, il a été remplacé par le télex que l'on peut considérer comme une installation télégraphique privée chez soi ou au bureau. L'instantanéité des communications télex, le fait qu'elles laissent une trace écrite, les rendent particulièrement précieuses pour les transactions commerciales et, depuis l'introduction du service, le nombre de téléimprimeurs assurant des liaisons internationales a constamment augmenté aussi. Le développement prodigieux de la radiodiffusion au cours des années 20, dépassé seulement par l'évolution encore plus rapide de la télévision vers la fin des années 50 et le début des années 60, est une preuve supplémentaire du fait que les télécommunications suivent étroitement les progrès scientifiques et techniques.

Dans tous les domaines des télécommunications, qu'elles soient nationales ou internationales, l'U.I.T. a joué un rôle très important. En faisant établir des normes par ses comités consultatifs, en répartissant les bandes de fréquences, en réglementant le trafic téléphonique et télégraphique et en unifiant les tarifs à travers le monde, l'Union a exercé une influence constante et universelle. Nous avons retracé brièvement dans ce livre la chronologie de cette influence en montrant comment elle avait été mise au service du télégraphe, puis du téléphone et, enfin, de la radio et de ses diverses applications. Il est donc normal de poser en fin de compte la question de savoir quelles sont les incidences sociales des télécommunications modernes sur les millions de gens qui les utilisent. Une étude historique de cette influence sociale et économique nécessiterait d'ailleurs deux autres volumes.

345 *En 1865, la nation américaine fut endeuillée par l'assassinat du Président Abraham Lincoln. La nouvelle du drame mit plusieurs semaines pour parvenir aux autres pays, car il n'existait pas de câble transatlantique. Des images du corps du président reposant au City Hall de New York, telles que celle-ci, furent reproduites par photogravure dans les principaux journaux d'information illustrés du monde.*

345

«Comme dans toutes les réceptions d'aéroport, des fleurs pour les dames...»

«...Une perte irremplaçable... Je demande votre aide et celle de Dieu...»

346 *En 1963, l'assassinat de John F. Kennedy endeuilla le monde entier. Quelques minutes seulement après le drame, la nouvelle en fut transmise partout par la radio et la télévision. Les obsèques, qui se déroulèrent à Washington avec la participation de chefs d'Etat et de gouvernement du monde entier, furent télévisées et les images retransmises par un satellite de télécommunication jusqu'en Europe et, pour la première fois, jusqu'en Union soviétique, permettant à des millions de personnes de voir le service funèbre et toutes les cérémonies.*

346

«Dans la grande rotonde, la foule ne cesse de défiler... ils se tiennent à l'extérieur... fleuve humain s'étendant sur huit kilomètres...»

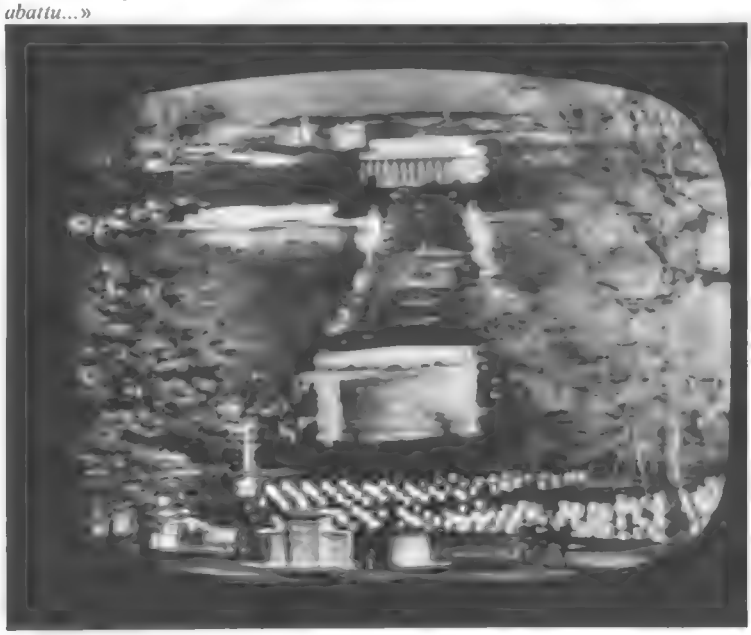
« Le Président Johnson a prêté serment à 14 h 38, heure locale, à bord de l'avion présidentiel... »

« La jeune veuve a accompagné le corps de son mari... »

« Le cercueil a été placé dans la salle est de la Maison Blanche, samedi à 16 h 30... il y demeurera tout le reste de la journée... »

« La prolonge d'artillerie, d'un noir d'encre, avance silencieusement, tirée par six chevaux gris et suivie du cheval noir sans cavalier... symbole du guerrier abattu... »

« Madame Kennedy et sa fille s'agenouillent devant le cercueil. »

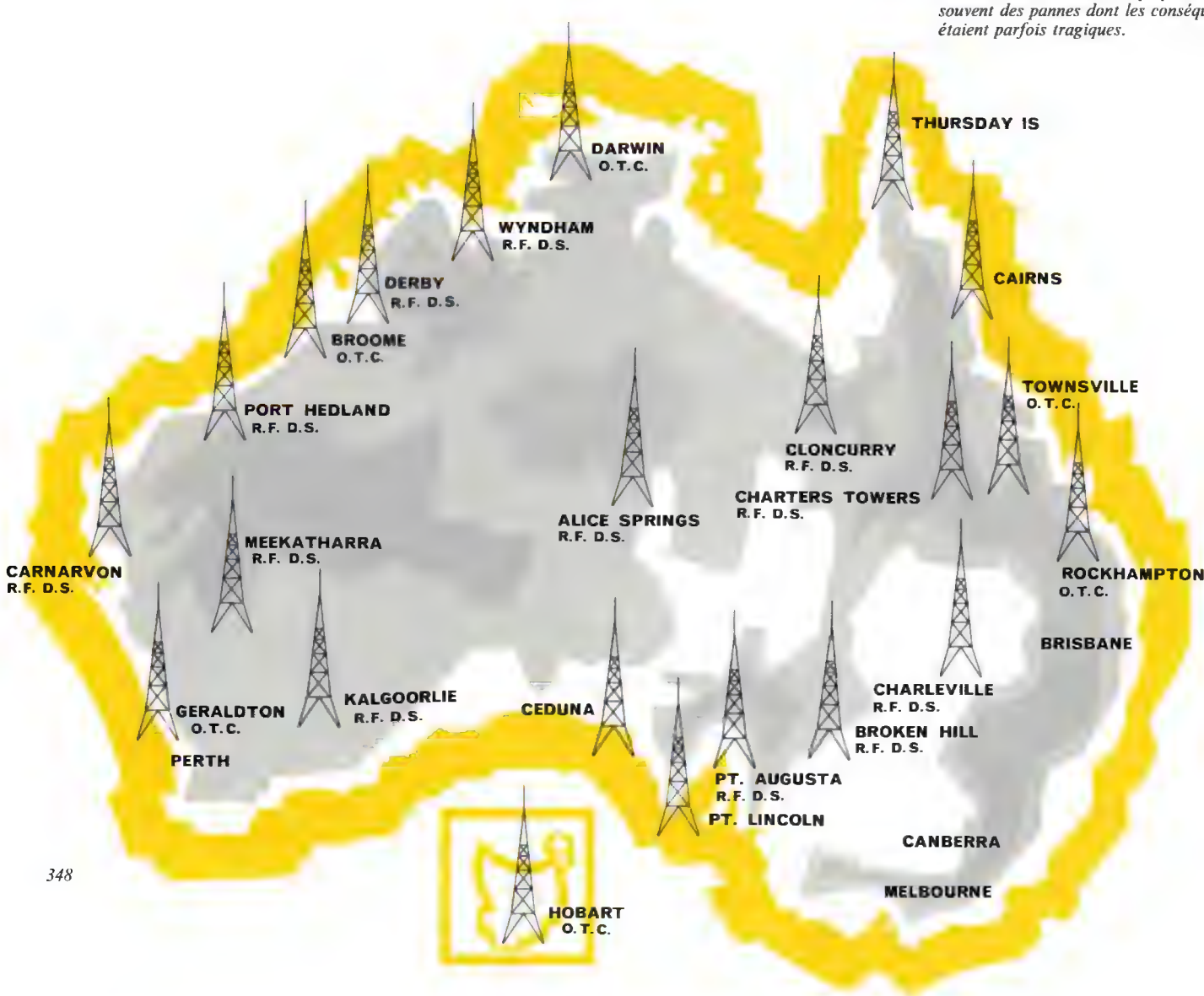


« Le majestueux cortège funéraire vient de passer devant le Mémorial de Lincoln et commence à traverser le Potomac... se dirigeant vers la dernière demeure. »

347 *Une des premières cabines téléphoniques publiques installées à Chicago en 1893. Un agent de police appelle à l'aide après un accident de la circulation.*

347

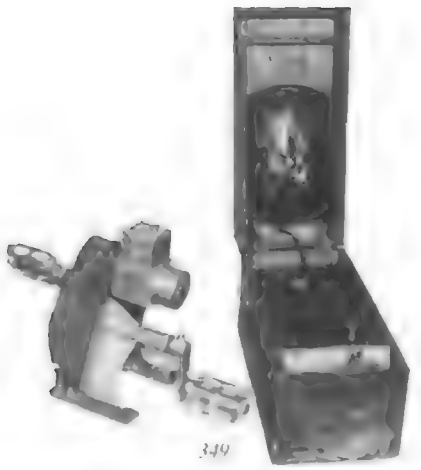
De nos jours, presque toutes les stations isolées du désert australien possèdent une installation radio. Cette carte, établie à Melbourne par le département des radiocommunications de l'Administration australienne, montre l'implantation de ces stations, dont l'utilisation est subordonnée à la possession d'une licence. Ces postes peuvent servir aussi bien pour une conversation à bâtons rompus entre deux dames souffrant de leur isolement que pour des appels d'urgence destinés au service médical aérien pour obtenir des soins urgents. Pour ces familles isolées, les radiocommunications sont probablement plus précieuses que toutes les autres réalisations de la science moderne. Elles leur permettent de rester constamment en contact avec d'autres êtres humains. Il n'en a pas toujours été ainsi, notamment dans les premiers temps de ce service, lorsque furent introduits en 1929 les premiers postes de radio car le matériel rudimentaire existant à l'époque subissait souvent des pannes dont les conséquences étaient parfois tragiques.



348

Abréviations:

R.F.D.S. — Royal Flying Doctor Service of Australia.
O.T.C. — Overseas Telecommunications Commission.



Chaque message envoyé par le télégraphe, chaque mot transmis par le téléphone, chaque émission sonore et chaque image télévisée mettent en cause deux personnes: celle qui envoie le message et celle qui le reçoit. Qu'il s'agisse d'une bonne nouvelle sur le plan privé, de données statistiques permettant de projeter une opération commerciale, ou d'un programme éducatif de caractère scientifique à la télévision, la personne qui reçoit ces messages en subit l'influence et s'ils sont envoyés tous les jours par millions, cette influence s'étend largement et a un effet cumulatif, d'où son caractère social.

Cette influence sociale est, naturellement, variable. Les médecins du monde entier auraient du mal à travailler sans téléphone. Les journaux ne pourraient pas communiquer les dernières nouvelles sans le télégraphe et les téléimprimeurs, et les compagnies d'aviation ne pourraient pas assurer leur service avec sécurité et régularité sans l'aide constante des radiocommunications. Un service médical efficace, la diffusion rapide des nouvelles et des transports satisfaisants ont une influence sociale marquée sur la communauté. Ces exemples pourraient être multipliés à l'infini.

Il nous faut encore établir ici une distinction entre les télécommunications « privées » et « publiques ». Il ne fait pas de doute que les messages privés envoyés par téléphone, télégraphe ou téléimprimeur ont, socialement, une influence bénéfique. On estime normal, de nos jours, d'obtenir rapidement sinon instantanément les communications privées et chacun peut aujourd'hui téléphoner en tout point du globe avec la personne qu'il désire. Ce seul fait entraîne un vaste échange de points de vue, d'opinions et d'informations; il permet à chacun de traiter ses affaires privées et donne à l'homme d'Etat la possibilité de régler des différends avec d'autres pays. Et si le message est porteur de nouvelles alarmantes, sa transmission instantanée peut donner le temps de prévoir des contre-mesures. Il survient chaque jour des centaines d'accidents de la circulation; leur localisation rapide par message radiotéléphonique permet à la police et aux ambulances de se porter au secours des blessés.

L'influence sociale de la radiodiffusion et de la télévision a été jusqu'ici bénéfique mais aussi, dans une certaine mesure, préjudiciable. Nous devons leur associer à cet égard la diffusion publique de messages, par exemple, l'envoi de télégrammes de presse à des journaux ou des agences. La presse, la radiodiffusion et la télévision ont indiscutablement exercé une influence bénéfique considérable sur le public. Par-dessus tout, elles ont rapproché les peuples des différentes parties du monde en faisant connaître leurs modes de vie familiale, leurs occupations, leurs plaisirs et leurs soucis. Ces échanges n'ont pas été sans exercer une profonde influence sociale qui s'est souvent étendue au domaine politique.

Pour les personnes solitaires et âgées, un appareil de radio ou de télévision est souvent le seul lien avec le monde extérieur et ce lien tient uniquement au bon fonctionnement des télécommunications au niveau national et international. Dans les domaines de la culture et de l'éducation, la contribution de la radio et de la télévision a été consi-

349 Le service médical aérien en Australie. A l'origine, il fallait produire le courant électrique d'une façon aussi économique que possible, et les premiers « émetteurs à pédales » étaient alimentés par l'appareil représenté dans cette figure. La première installation de ce type fut mise en service le 19 juin 1929 à Augustus Downs, dans une ferme d'élevage de moutons.

dérable également. Elles ont sans doute permis d'affiner les goûts et d'établir une hiérarchie des valeurs mais en entraînant en contre-partie une certaine uniformisation du langage, au prix de l'abandon des dialectes locaux et un certain conformisme dû à l'influence puissante qu'exerce la publicité à la télévision. On effectue actuellement de nombreuses études sociologiques pour déterminer si ces effets sont bénéfiques ou préjudiciables au milieu culturel sur lequel ils s'exercent. Ni l'Intervision, réseau de télévision des pays de l'Europe orientale, ni l'Eurovision, son homologue en Europe occidentale n'ont introduit jusqu'ici de publicité dans leurs émissions internationales.

L'action sociale positive qu'exercent la radio et la télévision en rapprochant les peuples des différentes parties du monde revêt d'autres aspects. Le plus important est peut-être l'enseignement, sous forme d'émissions scientifiques et d'exposés sur la coopération internationale entre les chercheurs. D'autres émissions scolaires décrivent en détail les us et coutumes de peuples étrangers. La popularité grandissante des œuvres de musique classique ou d'art moderne créées par des compositeurs, peintres et sculpteurs de nombreuses nationalités différentes contribue beaucoup à lever les barrières culturelles entre nations. L'enseignement des langues étrangères à la radio, la transmission télévisée d'événements sportifs internationaux comme les Jeux olympiques, la participation quasi mondiale à des cérémonies publiques exceptionnelles, comme le couronnement d'un souverain et l'entrée en fonctions d'un chef d'Etat, ou même à une tragédie comme l'assassinat d'un président, toutes ces possibilités offertes par la radio et la télévision ont une énorme influence sociale et font prendre une conscience aigüe des affaires internationales.

Mais en même temps, le fait que les événements mondiaux nous touchent aujourd'hui de si près, qu'ils entrent dans nos foyers par l'intermédiaire des journaux, de la radio ou de la télévision, exige une maturité d'esprit et une mentalité internationale qui commencent tout juste à exister. Les hommes politiques qui utilisent la télévision pour faire leurs déclarations découvrent qu'elle leur permet d'atteindre des millions de gens mais qu'ils apparaissent devant cet auditoire dépourvus des attributs extérieurs classiques du pouvoir et que leur sincérité est ainsi mise à rude épreuve. De même, pour les affaires internationales, lorsque les actualités télévisées montrent la réalité sans fard, il se peut qu'elles dévoilent les éléments réels d'une situation qui, chez le spectateur, se heurtent alors à des notions établies ou préconçues. De même qu'au siècle dernier la révélation des conditions de travail dans les usines a fait naître une conscience sociale, la découverte des conditions de vie dans les pays en voie de développement est en train de créer actuellement une « conscience internationale ». La faim dans un pays n'est plus un problème national; elle est devenue, grâce aux télécommunications, une préoccupation internationale.

Le fait que les nations les plus anciennes aient compris qu'elles étaient responsables des nouvelles nations-sœurs les a conduites à se lancer dans l'action et nous avons déjà vu ce qui a été fait, à cet égard, dans le domaine des télécommunications. Le rythme sans cesse plus rapide de la vie moderne, dû en grande partie aux télécommunications

350-352 *L'enseignement télévisé, notamment l'enseignement scientifique, se développe rapidement dans les pays industriellement avancés. Un exemple intéressant est celui de l'utilisation d'un avion pour étendre la zone de réception de ces programmes de télévision scolaire. Le programme est produit dans un studio de Cincinnati (Ohio), et il est retransmis à raison de 5 heures et demie par jour jusque dans les plaines de l'Indiana par l'intermédiaire de l'avion-relais évoluant sur une trajectoire en forme de 8.*
A bord de l'appareil, des techniciens contrôlent la retransmission des images qui sont reçues dans l'école de Ballardsville, parmi d'autres.

351

352

350

353 *Cabine téléphonique en acier inoxydable installée dans une rue de Paris, 1955.*

354 *Dans de nombreux pays, il est maintenant relativement simple d'établir des communications téléphoniques avec des stations mobiles par numérotation au cadran. L'appareil MT600 représenté ici est construit par l'International Telephone & Telegraph Corporation; sa portée peut atteindre 80 km, son aspect et son mode de fonctionnement sont très semblables à ceux des postes téléphoniques d'appartement. Il est représenté ici en cours d'utilisation à Dallas (Texas).*

355 *Conséquences d'ordre social découlant de l'installation d'un poste téléphonique.*

« Pour moi, mon vieux, il ne s'agit pas seulement d'installer un téléphone, mais de donner à un être humain le moyen d'atteindre d'autres êtres humains! »

353 *354*

355 *"To me, it isn't just installing a phone, Lou. It's giving one human being a means of reaching out to other human beings."*

nationales et internationales, impose de grandes servitudes aux individus qui reçoivent leurs messages. Recevoir, absorber et assimiler les informations qui arrivent constamment à flots requiert une structure mentale et une compréhension qui font souvent défaut. Le plus grave est que cet état d'esprit peut subir des défaillances et laisser l'individu dans l'incapacité de faire face à une situation d'une façon équilibrée et normale. On attribue un grand nombre de maladies mentales au rythme trop rapide de notre vie et les télécommunications ont, à cet égard, leur part de responsabilité; mais elles ont, là aussi, un remède à offrir: il existe maintenant dans certaines villes européennes un service téléphonique permanent auquel peuvent recourir ceux qui se trouvent en détresse morale; une assistante sociale expérimentée est prête à leur donner des conseils, à les dissuader de songer au suicide et à les renseigner sur la possibilité de recevoir des soins médicaux et psychiatriques.

Cet aspect mis à part, l'influence sociale des télécommunications a été entièrement bénéfique. Si l'on pense qu'une étroite compréhension entre les peuples constitue une part essentielle du progrès, on doit reconnaître que la contribution des télécommunications a été considérable. Et le développement continu des liaisons internationales par lignes terrestres, par câbles sous-marins, par radio et même par satellites apporte la certitude qu'un plus grand nombre de gens apprendront à mieux connaître leurs voisins proches et lointains. Si cette progression peut se poursuivre sans heurts, toute l'humanité en retirera de grands avantages.

Il faut envisager un autre aspect de l'influence sociale de la télévision, surtout depuis que les satellites lui ont donné une importance mondiale. Nous avons vu comment elle exerce un effet considérable sur la politique de chaque pays en créant une nouvelle classe d'hommes d'Etat dont la personnalité doit pouvoir aussi s'affirmer devant le « petit écran ». Lorsque les débats de l'Assemblée générale des Nations Unies et du Conseil de sécurité pourront être vus par toute l'humanité, un autre pas sera fait vers la paix et le progrès universels. La télévision mondiale aura aussi une énorme influence sociale dans le domaine de l'éducation le jour où les programmes d'enseignement d'un pays pourront être présentés dans d'autres pays; un grand nombre de ces programmes pouvant être filmés ou enregistrés sur bande, leur diffusion auprès des jeunes du monde entier contribuera à développer la compréhension plus que tout autre moyen de télécommunication internationale.

356

356 *Vue d'un central téléphonique électronique mettant en œuvre le système E-A-X. Cette installation fonctionne selon le principe de la division du temps; elle comporte les circuits logiques et les mémoires nécessaires à la réception et à l'émission des signaux de commutation téléphonique.*

L'avenir

Les prédictions à court terme sont dangereuses, car il est souvent trop facile de prouver qu'elles étaient erronées. Les prévisions portant sur une très longue période ne sauraient être vérifiées, ce qui enlève tout plaisir tant au lecteur qu'à l'auteur. Il est néanmoins possible de reconnaître certaines tendances dans le développement de la science des télécommunications. L'avenir de l'U.I.T. elle-même peut être prévu avec pas mal de certitude.

Déjà dans le domaine de la téléphonie commence à se manifester une évolution intéressante. Il est vraisemblable qu'au cours des prochaines décennies, le cadran qui nous est familier sera remplacé par un clavier de boutons-poussoirs plus discret, plus efficace et qui donnera lieu à moins d'erreurs. Il est sincèrement à espérer que l'esprit de coopération internationale amènera tous les pays du monde à adopter un modèle unique d'appareils qui ne sont encore qu'aux premiers stades de leur développement.

On entrevoit dès maintenant la possibilité de la sélection automatique directe entre abonnés, non seulement d'un pays à l'autre mais encore d'un continent à l'autre et, en fin de compte, d'un bout du monde à l'autre. Cela est parfaitement possible en théorie, mais, pour mettre en pratique les plans déjà établis, une grosse somme de travail est nécessaire, de la part de l'U.I.T. en particulier. Bon nombre de conversations téléphoniques réclament encore, dans certains pays, l'intervention d'une opératrice même dans des cas où les appels pourraient être faits au cadran. Avec le temps, ces services manuels seront sans doute remplacés par les nouvelles facilités qu'offriront les nouveaux centraux automatiques.

Une autre nouveauté remarquable dans le domaine de la téléphonie sera l'extension du système TASI (Time Assignment Speech Interpolation), lequel a déjà prouvé sa valeur sur les câbles téléphoniques transatlantiques. Il consiste à procéder, plusieurs milliers de fois par seconde, au prélèvement d'échantillons dans le temps d'une conversation téléphonique. Une personne qui parle au téléphone n'occupe en effet la ligne que pendant environ 40% du temps et reste silencieuse pendant les 60% restants. Une commutation électronique à grande vitesse permet d'utiliser les périodes de silence pour d'autres conversations. L'extension du TASI permettra de réaliser une grande économie de circuits dans les services téléphoniques courants.

La modulation par impulsions codées constitue un autre mode d'échantillonnage. Les paroles sont traduites en un code binaire et transmises sous cette forme sur les lignes téléphoniques. Cette méthode de transmission, extrêmement fruste, n'est pas affectée par le bruit de fond et offre de ce fait un grand avantage.

Bien d'autres perfectionnements du domaine de l'électronique sont sur le point d'être introduits dans l'exploitation: la miniaturisation, entre autres, qui ne concerne pas seulement la téléphonie, mais aussi la radio et la télévision. Un récepteur de radio de la dimension d'une montre-bracelet pourrait devenir bientôt une réalité et de petits récepteurs de télévision portatifs sont déjà dans le commerce. Pour la pose des câbles sous-marins, il y aura également

357

intérêt à généraliser l'emploi des transistors, à la place des tubes dont sont actuellement munis les répéteurs. On compte bien que le premier câble transatlantique transistorisé sera mis en service vers la fin de la présente décennie; il permettra 700 conversations téléphoniques simultanées. Tous ces perfectionnements ne sont que des exemples du développement actuel de la science et les essais de ces dispositifs nouveaux sont déjà parvenus à un stade avancé.

Mais, dans le domaine des télécommunications, s'ouvrent bien d'autres perspectives plus sensationnelles, même si elles n'en sont encore qu'au stade de l'expérimentation. La plus intéressante est peut-être celle qui consisterait à utiliser des guides d'ondes pour transmettre de nombreuses voies de communication. Un tube d'acier de 5 cm de diamètre, rempli d'azote, peut transmettre simultanément 100 000 conversations téléphoniques ou une centaine de canaux de télévision. La fabrication d'un tel tube ne serait pas facile et, comme sa pose doit être absolument rectiligne, son installation présenterait des difficultés; de plus, le caractère même de la transmission simultanée d'un si grand nombre de conversations rendrait malaisée l'utilisation de ces tubes. Actuellement, il est peu d'endroits où leur pleine capacité puisse être utilisée mais, sans aucun doute, la demande croissante de voies de communication trouvera les guides d'ondes prêts le moment venu.

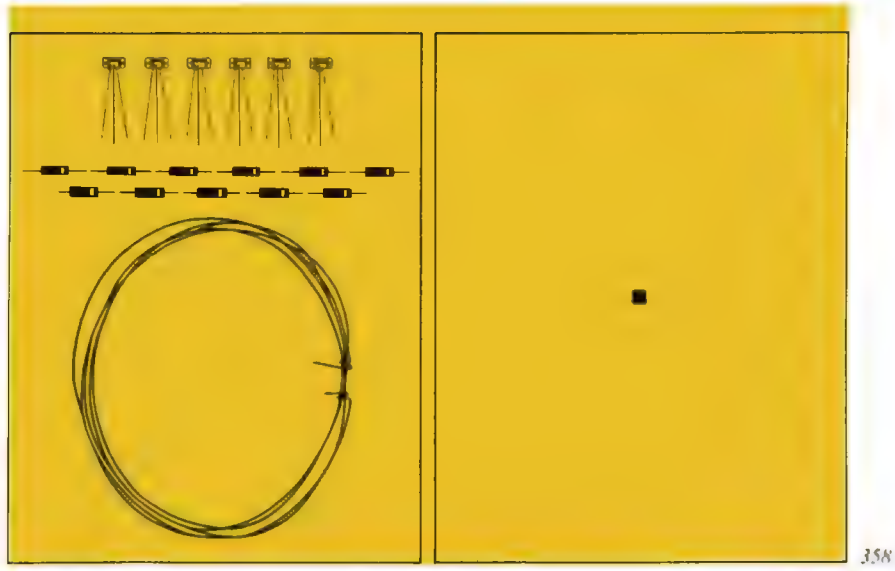
La transmission de données entre calculatrices offre un autre exemple de ces nouvelles techniques que l'on commence seulement à utiliser. Le problème est ici celui de la traduction; celle-ci peut se faire par modulation d'amplitude, de fréquence ou de phase. Sans aucun doute, les calculatrices « converseront » beaucoup entre elles dans l'avenir.

Une future application, absolument passionnante, d'appareils déjà bien connus, consistera à combiner simplement une machine à écrire électrique et un appareil téléphonique. Les unes comme les autres existent à des millions d'exemplaires et se trouvent côte à côte sur bien des bureaux; aussi, pour que les machines à écrire électriques puissent «s'écrire» entre elles, il faudra seulement un peu plus d'habileté technique et un équipement supplémentaire. Cela supprimera une grande partie du courrier d'affaires quotidien et la plupart de ces «écritures» pourront être faites de nuit, à vitesse accélérée. En fait, il n'y a pas de raison majeure pour que le télex ne devienne pas d'un emploi aussi universel que le téléphone avant la fin de ce siècle.

On pourrait encore suggérer d'innombrables autres applications des techniques de télécommunication et deux idées originales de Hugo Gernsback, fameux ingénieur électronicien américain, méritent d'être mentionnées. La première est celle du « journal instantané », continuellement radiodiffusé directement aux lecteurs. Toutes les installations matérielles nécessaires à sa transmission et à sa réception existent aujourd'hui. La seconde idée de Gernsback concerne le domaine de la médecine et a trait à l'extension de la technique des télémesures. On a déjà pu contrôler le mécanisme des fonctions du corps humain, par exemple, les battements du cœur, le rythme des pulsations et la

357 *Des postes téléphoniques à boutons-poussoirs sont actuellement expérimentés dans de nombreux pays. Ce modèle, construit par la Shipton Automatic Limited, de Londres, a été mis à l'essai en 1964.*

358 *Microminiaturisation. Le circuit intégré (à droite) remplace son homologue à transistors.*



température d'un astronaute évoluant dans sa capsule autour de la terre, et transmettre ces renseignements à une station terrienne. Gernsback a envisagé des applications beaucoup plus étendues qui permettraient par exemple à des médecins très occupés de garder sous leur contrôle une centaine de malades en même temps. Il faudrait seulement pour cela que chaque malade porte au poignet un émetteur électronique, pas plus gros qu'une montre, qui communiquerait au médecin les informations voulues.

C'est toutefois l'espace qui sera incontestablement le théâtre des événements les plus marquants. Les excellents résultats obtenus jusqu'à présent par les satellites *Telstar*, *Relay* et *Syncom* permettent d'affirmer en toute certitude que nombre d'autres satellites de télécommunication seront placés sur orbite au cours des prochaines années. Il est vraisemblable que l'on adoptera en fin de compte les systèmes synchrones, qui exigent un nombre de satellites plus faible, bien que la durée relativement longue du temps de propagation, surtout lorsqu'une communication fait intervenir plus d'un satellite synchrone comme relais, constitue un inconvénient. Cependant, il n'y a qu'avec un système synchrone que le grand public pourra recevoir chez lui les émissions des satellites de télécommunication sur des récepteurs appropriés mais sans complication spéciale car, pour recevoir les signaux de satellites évoluant sur des orbites plus rapprochées de la terre, il faut de grandes antennes orientables, ce qui augmente considérablement le prix de revient des communications.

En fin de compte, nous pourrions bien nous trouver à la veille d'une révolution aussi fondamentale que celle amenée par l'invention de la radio. Les lasers, qui ne sont actuellement que des instruments de recherche dans les laboratoires scientifiques, peuvent ouvrir aux télécommunications une nouvelle et vaste région du spectre électromagnétique et faire ainsi disparaître d'un seul coup l'une des plus grosses difficultés auxquelles se soit heurtée l'U.I.T. ces cinquante dernières années. L'attribution de fréquences radioélectriques pour répondre à des besoins sans cesse grandissants a été sans aucun doute l'un des problèmes majeurs pour l'Union, mais cela a été aussi l'un de ses plus grands succès.

Le terme « laser » vient de *L*ight *A*mplification by *S*timulated *E*mission of *R*adiation. Le laser avait été précédé par le maser (*M*icrowave *A*mplification by *S*timulated *E*mission of *R*adiation), décrit pour la première fois en 1954 par les savants soviétiques N. G. Bassov et A. M. Prokhorov, puis en 1955 par les Américains J. P. Gordon, H. J. Ziegler et C. H. Townes qui imaginèrent le nom de « maser ». Un laser produit un étroit faisceau de lumière monochromatique et cohérente, c'est-à-dire dont toutes les ondes sont émises de façon ordonnée. La théorie des lasers avait été formulée en 1958 par le Dr C. H. Townes de l'Université de Columbia et par le Dr A. L. Schalow des Bell Telephone Laboratories. Le premier laser a été réalisé en 1960 par le Dr T. H. Maiman de la Hughes Aircraft Company, qui est également américain. Les lasers et leurs faisceaux lumineux ont déjà eu de nombreuses appli-

359 *Ceci pourrait bien être le système de commutation* plus *émission de 1980. Le groupement de ces deux fonctions semble de nature à permettre des économies substantielles sur le prix des futures installations téléphoniques. Le système fonctionne actuellement comme partie intégrante d'un central expérimental avec composants d'état solide, au stade de la recherche. Chaque ligne aboutissant au central pourra desservir environ 50 postes téléphoniques, et pourra être utilisée simultanément par un maximum de 24 postes, cela grâce au « concentrateur » (à gauche) qui effectue un échantillonnage des signaux vocaux sur une série de lignes (dont trois seulement sont représentées ici), transforme ces signaux selon un code numérique (« modulation par impulsions codées ») et injecte les nouveaux signaux dans la ligne à un rythme très rapide. Chaque signal vocal est échantillonné*

cations scientifiques aussi diverses que projeter un rayon lumineux sur la lune pour en mesurer la réflexion, percer un diamant ou pratiquer une opération d'ophtalmologie.*

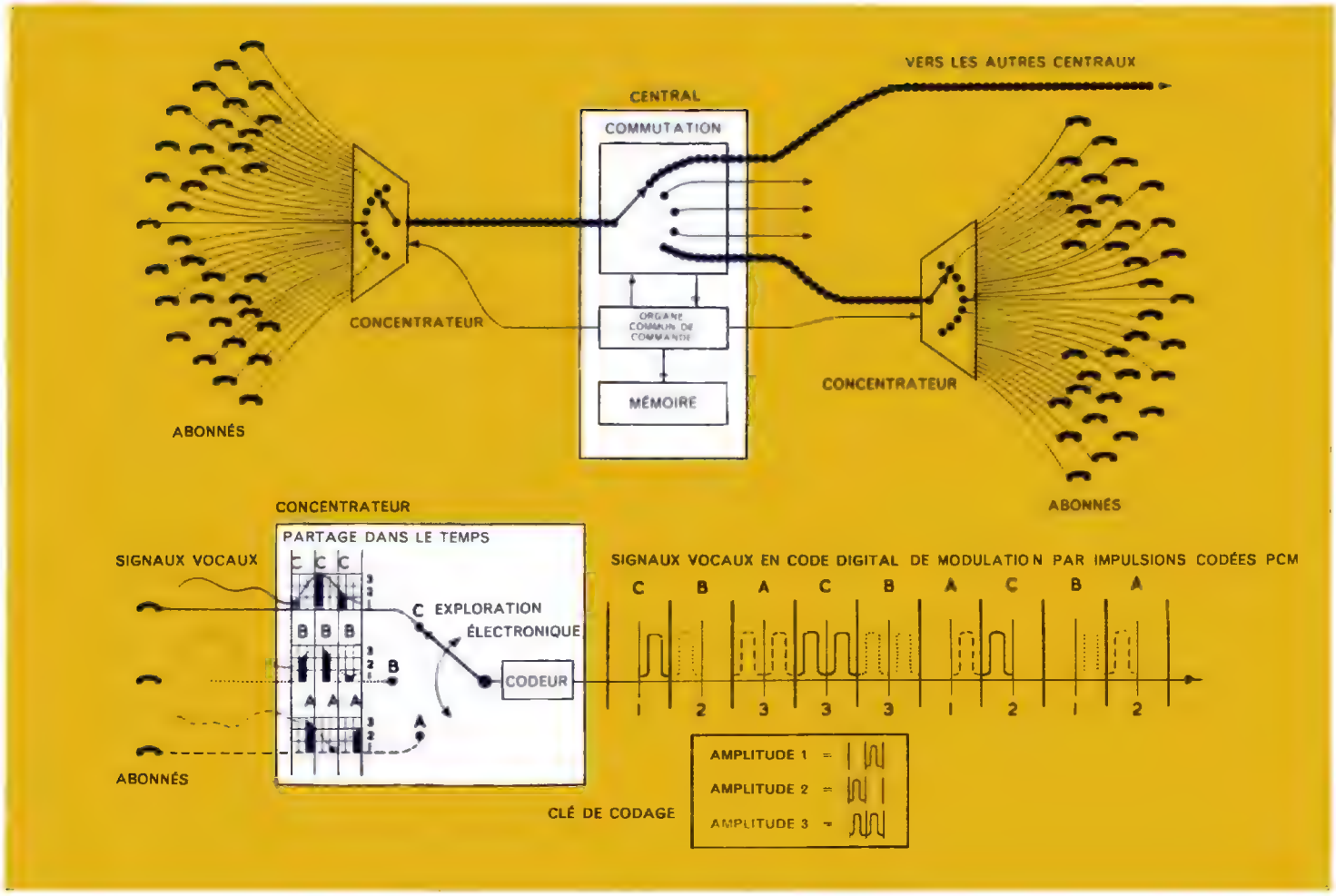
Mais c'est dans le domaine des télécommunications que les lasers pourraient trouver leurs applications les plus spectaculaires. Le faisceau lumineux d'un laser peut être modulé par des signaux de télévision ou de téléphonie; à l'extrémité réceptrice, un démodulateur restituera le signal. La capacité d'information d'une porteuse étant proportionnelle à sa fréquence et la région du spectre électromagnétique occupée par les ondes lumineuses correspondant à des fréquences bien supérieures à celles qui sont normalement utilisées pour les radiocommunications, le faisceau d'un laser peut transmettre un nombre de messages infiniment supérieur. En fait, le faisceau d'un seul laser peut théoriquement écouler toutes les informations que transmettraient toutes les lignes téléphoniques du monde exploitées en même temps.

On n'en est encore qu'au stade de l'expérimentation. Le laser présente d'ailleurs tous les inconvénients de la lumière. Les nuages, la vapeur d'eau et le brouillard affaiblissent fortement son rayonnement. Amener le faisceau à passer par une canalisation où le vide a été fait et où, par conséquent, les conditions atmosphériques ne pourraient avoir d'influence, serait un moyen de surmonter la difficulté. La transmission des messages à travers l'espace pourrait constituer une autre application importante des lasers. Un vide parfait permettrait aux faisceaux lumineux de poursuivre leur trajet sur des distances astronomiques. Lors de la célébration du centenaire de l'Union, en 1965, un très gros effort de recherche était fait dans le domaine des lasers. Si, pour augurer de l'avenir, on peut se fonder sur les résultats obtenus par la science dans le passé, les faisceaux de lasers seront vraisemblablement pour l'humanité la source de nombreux bienfaits.

Mais, quoi que puisse réserver l'avenir dans le domaine de la science des télécommunications — et les quelques pensées que nous venons d'énoncer ne sauraient constituer qu'un faible exemple de ce que pourra être l'évolution au cours du prochain siècle — il est un fait dont on peut être à peu près sûr, l'Union internationale des télécommunications existera en 2065. On ne saurait imaginer période plus difficile à surmonter pour une organisation internationale que celle qui s'est écoulée ces cent dernières années, avec l'invention du télégraphe, du téléphone et de la radio. Ces trois inventions majeures et tous leurs développements ont fini par être admis par ce corps international de spécialistes, avec difficulté parfois, mais sans que cela entraîne jamais de scission au sein de l'Union, ni la démission d'aucun de ses membres. L'Union a également survécu à deux grandes guerres mondiales, ainsi qu'à plusieurs autres.

* Le Prix Nobel de physique de 1964 a été décerné conjointement à MM. Bassov, Prokhorov et Townes pour leurs travaux sur le principe du maser.

8 000 fois par seconde. Le point délicat est de faire en sorte qu'au moment où les impulsions en provenance de l'interlocuteur A parviennent au central, elles soient appliquées à la ligne appropriée, et qu'un instant plus tard les impulsions de B soient elles aussi connectées convenablement, et ainsi de suite.



359

A la fin de son premier siècle d'existence, son prestige et son autorité sont plus grands qu'ils ne l'ont jamais été. On ne saurait imaginer ce qui empêcherait son succès de se poursuivre pendant au moins encore un autre siècle.

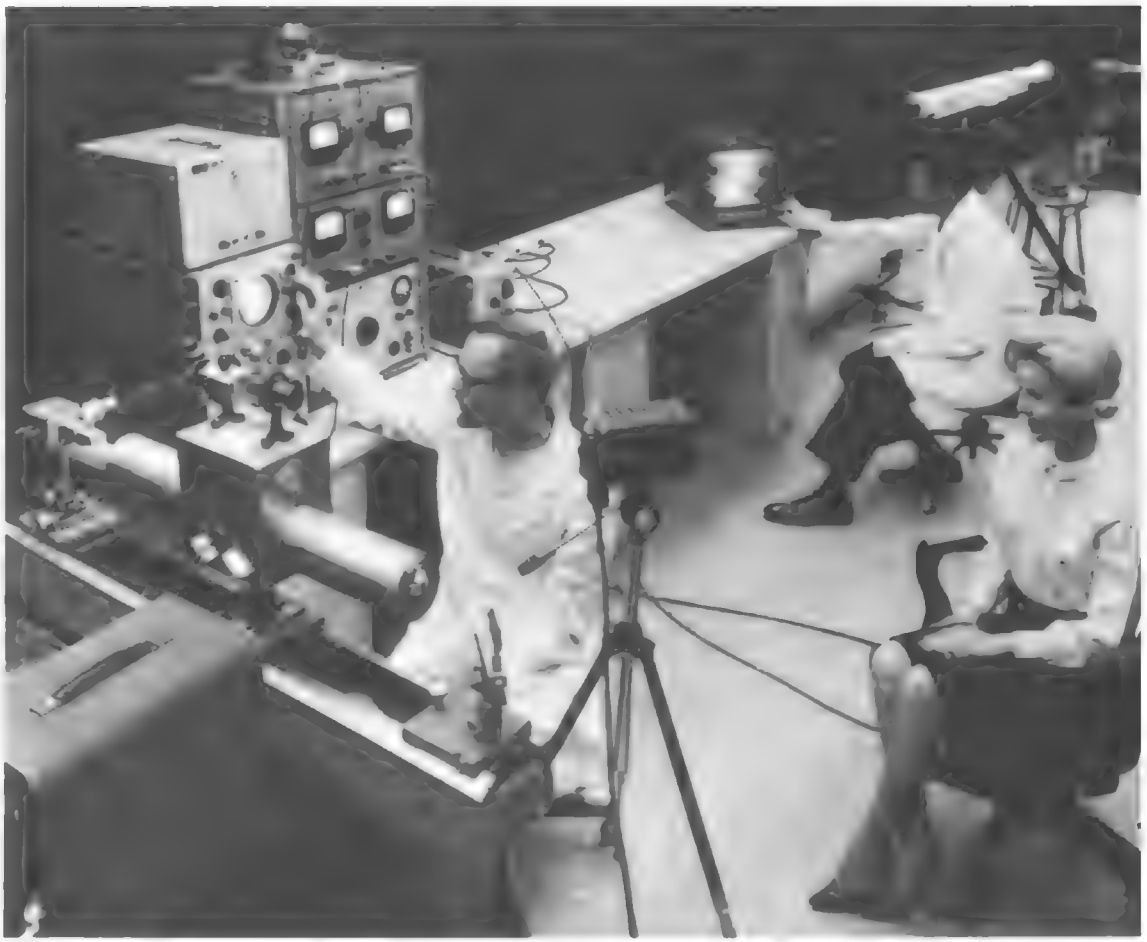
Cependant, toute œuvre humaine, tout effort humain, n'a qu'un caractère temporaire. Le matériel télégraphique, les appareils téléphoniques et les postes de radio qui nous sont aujourd'hui si familiers seront peut-être un jour devenus de simples pièces de musée. L'histoire de la science et de la technologie nous enseigne que bien souvent des instruments qui furent en leur temps le dernier cri de la technique ont été un jour relégués dans les collections nationales. S'il doit en être ainsi, il faut seulement espérer que nos appareils de télécommunication d'aujourd'hui seront conservés en témoignage de l'immense patience, de l'habileté consommée et de la prodigieuse ingéniosité de leurs auteurs comme de ceux qui auront veillé à ce qu'ils soient efficacement utilisés dans le monde entier.

360 *Voici le journal « instantané » de l'avenir. Il est entièrement transmis par radio à destination du lecteur et il est prêt avant le petit déjeuner. Il est présenté au lecteur sous forme optique agrandie. Le lecteur pourra se faire « livrer » plusieurs de ces journaux en payant seulement en sus le papier supplémentaire. Hugo Gernsback, qui a proposé ce système en mars 1963, fait observer qu'il n'y a là rien d'utopique et que la quasi-totalité des moyens nécessaires à l'émission et à la réception du journal instantané existe déjà de nos jours. Il faudra probablement encore plusieurs années avant que les journaux soient transmis exclusivement par radio. En attendant, on continuera d'acheter les journaux dans les kiosques, mais à mesure que le nombre de récepteurs installés s'accroîtra, cette vente traditionnelle des journaux en papier baissera régulièrement...*

360 361

361 *En raison de la pénurie de médecins, il n'est pas impossible que les malades portent dans l'avenir de petits émetteurs électroniques au poignet. Ces appareils, dont les dimensions ne dépasseraient pas celles d'une montre-bracelet, enverraient au médecin par radio des renseignements sur la température, le rythme cardiaque, le régime respiratoire, etc.*
A noter l'antenne d'émission appliquée sur le bras du sujet. Ce système a été proposé par Hugo Gernsback en décembre 1962.

362 *Une des expériences les plus passionnantes qui aient été faites avec un laser a eu lieu par une nuit de mai 1962 baignée par le clair de lune. Pour la première fois, le faisceau d'un laser (représenté en bas et à droite) fut envoyé dans l'espace; il éclaira une petite portion de la surface lunaire puis fut renvoyé vers la Terre par réflexion. Le temps de propagation aller et retour fut de 2 secondes et demie. Trois nuits de suite, les savants américains du Massachusetts Institute of Technology émirent 83 pinceaux lumineux dans l'espace et chaque fois ils réussirent à « éclairer » la Lune.*



362 363

363 *Cette jeune personne (à droite) est photographiée par la petite caméra de télévision placée devant elle. L'image est transmise à un récepteur optique du type télescope (au fond et à droite) par le faisceau du laser que l'on voit à gauche. Arrivé au récepteur, le faisceau attaque une cellule photoélectrique et restitue les signaux de télévision primitifs, qui donnent les images sur l'écran (au fond à droite). L'élément central qui rend possible cette démonstration est un appareil appelé modulateur optique (à gauche). Ce modulateur a été mis au point récemment en vue de réaliser les communications par laser. On espère pouvoir construire des lasers dont chaque faisceau transmettra simultanément un milliard de communications téléphoniques ou mille programmes de télévision.*

365

364 *Trois chercheurs scientifiques des Bell Telephone Laboratories, P. K. Tien (à droite), D. McNair (à gauche) et H. L. Hodges (au centre) examinent le nouveau laser triode qu'ils viennent de mettre au point. On peut moduler l'intensité du faisceau lumineux du laser en faisant varier la tension appliquée à une grille à l'intérieur du tube. Cette grille agit sur les électrons émis par une cathode et leur confère des énergies presque identiques; on obtient ainsi un rendement par électron cent fois plus grand que dans les lasers usuels. Ici, deux lasers sont montés parallèlement.*

365 *L'un des événements les plus passionnants des prochaines décennies sera l'exploration de la Lune, et peut-être de Mars. Sans doute n'y aura-t-il guère de cosmonautes à mettre le pied sur ces astres; leur exploration sera plus probablement l'œuvre des instruments dont seront munis les satellites. Mais des millions d'habitants de la Terre pourront voir par télévision de quoi ces corps célestes ont l'air. La première de ces photos historiques montrait la face cachée de la Lune; elle a été prise par le satellite soviétique* Lunik III *en octobre 1959. Voici un gros plan de la surface de la Lune, le cratère Guericke, pris à 750 km de distance par le satellite américain* Ranger VII *en juillet 1964.*

364

Liste des membres et membres associés de l'U.I.T.

(à la date du 1er janvier 1965)

A. Membres

Afghanistan
Albanie (République Populaire d')
Algérie (République Démocratique et Populaire d')
Arabie Saoudite (Royaume de l')
Argentine (République)
Australie (Commonwealth de l')
Autriche
Belgique
Biélorussie (République Socialiste Soviétique de)
Birmanie (Union de)
Bolivie
Brésil
Bulgarie (République Populaire de)
Burundi (Royaume du)
Cambodge (Royaume du)
Cameroun (République Fédérale du)
Canada
Centrafricaine (République)
Ceylan
Chili
Chine
Chypre (République de)
Cité du Vatican (Etat de la)
Colombie (République de)
Congo (République Démocratique du)
Congo (République du) (Brazzaville)
Corée (République de)
Costa Rica
Côte d'ivoire (République de)
Cuba
Dahomey (République du)
Danemark
Dominicaine (République)
El Salvador (République de)
Ensemble des Territoires représentés par l'Office français des postes et télécommunications d'Outre-Mer
Equateur
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Ethiopie
Finlande
France
Gabonaise (République)
Ghana
Grèce
Guatemala
Guinée (République de)
Haïti (République d')
Haute-Volta (République de)
Honduras (République de)
Hongroise (République Populaire)
Inde (République de l')
Indonésie (République d')
Iran
Iraq (République d')
Irlande
Islande
Israël (Etat d')
Italie
Jamaïque
Japon
Jordanie (Royaume Hachémite de)
Kenya
Koweït (Etat de)
Laos (Royaume du)
Liban
Libéria (République du)
Libye (Royaume de)
Liechtenstein (Principauté de)
Luxembourg
Malaisie
Malgache (République)
Mali (République du)
Maroc (Royaume du)
Mauritanie (République Islamique de)
Mexique
Monaco
Mongolie (République Populaire de)
Népal
Nicaragua
Niger (République du)
Nigeria (Fédération de)
Norvège
Nouvelle-Zélande
Ouganda
Pakistan
Panama
Paraguay
Pays-Bas (Royaume des)
Pérou
Philippines (République des)
Pologne (République Populaire de)
Portugal
Provinces espagnoles d'Afrique
Provinces portugaises d'Outre-Mer
République Arabe Syrienne
République Arabe Unie
République Fédérale d'Allemagne
République Socialiste Fédérative de Yougoslavie
République Socialiste Soviétique de l'Ukraine
République Somalie
Rhodésie
Roumaine (République Populaire)
Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande du Nord
Rwandaise (République)
Sénégal (République du)
Sierra Leone
Soudan (République du)
Sudafricaine (République) et Territoire de l'Afrique du Sud-Ouest
Suède
Suisse (Confédération)
Tanzanie (République Unie de)
Tchad (République du)
Tchécoslovaque (République Socialiste)
Territoires des Etats-Unis d'Amérique
Territoires d'Outre-Mer dont les relations internationales sont assurées par le Gouvernement du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande du Nord
Thaïlande
Togolaise (République)
Tunisie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Uruguay (République Orientale de l')
Vénézuéla (République de)
Viet-Nam (République du)
Yémen

B. Membres associés

Malawi
Zambie (République de)

Provenance des illustrations

Nº	*Provenance*
1.–3.	«Philosophical Experiments and Observations», Londres, 1726.
4.	L. Figuier «Les Merveilles de la Science», Paris, vers 1866.
5.	«Bulletin technique de l'Administration suisse des télégraphes et des téléphones», 1939, Vol. XVII.
6.	Dessin d'époque «By an Officer on Duty», mars 1796.
7.	Gravure d'époque, Londres, 1838.
8.–9.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
10.	«Bulletin technique de l'Administration suisse». Voir ci-dessus.
11.	Archives Gerhart Goebel, Darmstadt.
12.	Caricature d'époque, Londres, 1798.
13.	Abbé Nollet «Leçons de Physique expérimentale» Vol. VI, p. 487.
14.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
15.	Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
16.–17.	Smithsonian Institution, Washington.
18.	*Pictorial Times*, 1845.
19.	Collection A. R. Michaelis, Londres.
20.–21.	Gravure d'époque.
22.	*Illustrated London News*, 4 octobre 1851.
23.–24.	Smithsonian Institution, Washington.
25.	Western Union Telegraph Company, New York.
26.	*Illustrated London News*, 1859.
27.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
28.	*Illustrated London News*, 27 septembre 1851.
29.–31.	*Illustrated London News*, 7 septembre 1850.
32.–35.	W. H. Russell «The Atlantic Telegraph», Londres, 1865.
36.	American Telephone and Telegraph Company, New York.
37.	Postmaster General, Londres.
38.–39.	Archives Générales du Gouvernement Tunisien.
40.–41.	Ganot «Cours élémentaire de Physique», Londres, 1887.
42.	Lithographie d'époque en couleur, 1865.
43.	K. Shridharani «Story of the Indian Telegraph», New Delhi.
44.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
45.	*Punch*, 1850.
46.–47.	Western Union Telegraph Company, New York.
48.–49.	Archives de l'Union internationale des télécommunications.
50.–51.	Collection A.R. Michaelis, Londres.
52.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
53.	Postmaster General, Londres.
54.–55.	Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
56.	Dessin d'époque, 1847.
57.–59.	L. Figuier. Voir ci-dessus.
60.	*Popular Science Review*, Londres, 1864.
61.	Western Union Telegraph Company, New York.
62.	Télégramme original, 1865.
63.–66.	Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
67.	Archives de l'Union internationale des télécommunications.
68.	Ministère du transport et des communications, Sofia.
69.	*The Graphic*, 12 janvier 1870.
70.–71.	Ministère des télégraphes et téléphones, Karachi.
72.	*Illustrated London News*, 12 décembre 1874.
73.	*Illustrated London News*, 28 novembre 1874.
74.	*Illustrated London News*, 19 décembre 1874.
75.	Deutsche Bundespost, Bonn.
76.	Archives de l'Union internationale des télécommunications.
77.	Ministère des communications, La Paz.
78.	Direction générale des postes et télégraphes, Helsinki.
79.	Deutsche Bundespost, Bonn.
80.–81.	Archives de l'Union internationale des télécommunications.
82.	Archives du Palais, Monaco.
83.	Direction générale des télécommunications, Stockholm.
84.	Radio Corporation of America, New York.
85.	General Post Office, Pretoria.
86	Radio Corporation of America, New York.
87.	Western Union Telegraph Company, New York.
88.–89.	American Telephone and Telegraph Company, New York.
90.	Smithsonian Institution, Washington.
91.–94.	*Illustrated London News*, 15 décembre 1877.
95.	Meyers «Konversations Lexicon», 1898.
96.	*Illustrated London News*, 15 novembre 1879.
97.	General Telephone and Electronics International, U.S.A.
98.	Postmaster General, Londres.
99.	Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
100.	Administration des postes, télégraphes et téléphones, Lisbonne.
101.	Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
102.	Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
103.	Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
104.–105.	Direction générale des postes et des télégraphes, Vienne.
106.	Siemens & Halske, Allemagne.
107.	Postmaster General, Londres.
108.	Direction générale des télécommunications, Stockholm.
109.	Ministère du transport et des communications, Sofia.
110.	Siemens & Halske, Allemagne.
111.	Ministère des postes et télécommunications, Paris.
112.	Postmaster General, Londres.
113.	Ministère des postes et télécommunications, Paris.
114.	Postmaster General, Londres.
115.	Ministère des postes et télécommunications, Paris.
116.	Bell Telephone Laboratories, New York.
117.	Direction générale des télécommunications, Stockholm.
118.–120.	General Telephone and Electronics International, U.S.A.
121.	Gravure d'époque.
122.	*Illustrated London News*, mars 1891.

123. *Punch*, 28 mars 1891.
124. Western Union Telegraph Company, New York.
125. General Post Office, Pretoria.
126. American Telephone and Telegraph Company, New York.
127. } Liste originale des abonnés au téléphone.
128. }
129. Deutsche Bundespost, Bonn.
130. Wellington General Post Office, Nouvelle-Zélande.
131. Direction générale des postes, des télégraphes et des téléphones, La Haye.
132. *The Graphic*, 1er septembre 1883.
133. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
134. Shell Company, Londres.
135. Ministère des postes et télécommunications, Paris.
136. }
137. } Musée allemand, Munich.
138. }
139. Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
140. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
141. Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
142. } Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
143. }
144. Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
145. }
146. }
147. } Musée des Sciences, Londres.
148. }
149. }
150. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
151. Musée des Sciences, Londres.
152. Compagnie des Lampes, rue de Lisbonne, Paris.
153. Collection A.R. Michaelis, Londres.
154. Musée des Sciences, Londres.
155. }
156. }
157. } Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
158. }
159. *The Bystander*, 13 avril 1910.
160. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
161. Smithsonian Institution, Washington.
162. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
163. International Telephone and Telegraph Company, New York.
164. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
165. *The Sphere*, 1912.
166. United States Navy.
167. Direction générale des postes et des télégraphes, Copenhague.
168. Marconi Marine International, Angleterre.
169. Deutsche Bundespost, Bonn.
170. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
171. Radio Corporation of America, New York.
172. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
173. } Radio Corporation of America, New York.
174. }
175. } *Illustrated London News*, 10 novembre 1923.
176. }
177. Compagnie Telefunken.
178. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
179. Naval Communication Command, The Pentagon, Washington.
180. Siemens & Halske, Allemagne.
181. British Broadcasting Corporation, Londres.
182. Radio Corporation of America, New York.
183. *Illustrated London News*, 10 mars 1923.
184. *Radio Times*, comme vendu à l'époque.
185. British Broadcasting Corporation, Londres.
186. National Bureau of Standards, Boulder, Colorado, U.S.A.
187. Radio Vatican, Rome.
188. Archives Gerhart Goebel, Darmstadt.
189. National Bureau of Standards. Voir ci-dessus.
190. } International Telephone and Telegraph Corporation, New York.
191. }
192. National Bureau of Standards. Voir ci-dessus.
193. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
194. Overseas Telecommunications Service, Colombo.
195. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
196. Archives de la United States Navy, Washington.
197. Marconi Company, Chelmsford, Angleterre.
198. L. Figuier. Voir ci-dessus.
199. Musée du United States Signal Corps, Fort Monmouth, New Jersey.
200. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
201. Dessin de A. R. Waud dans le *Harper's Weekly*, 24 janvier 1863.
202. }
203. } Musée du United States Signal Corps. Voir ci-
204. } dessus.
205. }
206. } United States Army.
207. }
208. Musée allemand, Munich.
209. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
210. British Broadcasting Corporation, Londres.
211. Musée des Sciences, Londres.
212. Direction générale des postes et des télégraphes, Vienne.
213. British Broadcasting Corporation, Londres.
214. } Compagnie Telefunken.
215. }
216. } Radio Corporation of America, New York.
217. }
218. British Broadcasting Corporation, Londres.
219. Direction générale des télécommunications, Stockholm.
220. Archives de l'Union internationale des télécommunications.
221. *Radio Times*, 19 décembre 1924.
222. Radio Corporation of America, New York.
223. Archives de l'Union internationale des télécommunications.
224. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
225. Direction générale des postes, des télégraphes et des téléphones, La Haye.
226. Direction générale des postes et télégraphes, Helsinki.
227. Ohlsen, Brême.
228. Deutsche Bundespost, Bonn.
229. Postmaster General, Londres.
230. *Daily Telegraph*, 31 juillet 1964, Londres.
231. Compagnie des Lampes, rue de Lisbonne, Paris.
232. United States Navy.
233. Cornell University, Ithaca, New York.
234. United States Navy.
235. }
236. }
237. }
238. }
239. } Archives de l'Union internationale des télécommunications.
240. }
241. }
242. }
243. }
244. Standard Telephones and Cables Limited, Londres.
245. Direction générale des postes et des télégraphes, Vienne.
246. American Telephone and Telegraph Company, New York.

247. Ministère des postes et télécommunications, Moscou.
248. Siemens & Halske, Allemagne.
249. Postmaster General, Londres.
250. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
251. } Postmaster General, Londres.
252. }
253. }
254. Bell Telephone Laboratories, New York.
255. Postmaster General, Londres.
256. American Telephone and Telegraph Company, New York.
257. } Archives de l'Union internationale des télécommunications.
258. }
259. } Direction générale des postes et des télécommunications, Damas.
260. }
261. } Standard Telephone and Cables, Londres.
262. }
263. } American Telephone and Telegraph Company, New York.
264. }
265. }
266. National Bureau of Standards. Voir ci-dessus.
267. Archives de l'Union internationale des télécommunications.
268. } General Telephone and Electronics Corporation, New York.
269. }
270. British Broadcasting Corporation, Londres.
271. Western Union Telegraph Company, New York.
272. British Broadcasting Corporation, Londres.
273. Collection A. R. Michaelis, Londres.
274. British Broadcasting Corporation, Londres.
275. Sir Bernard et Lady Lovell « Discovering the Universe », Londres, 1963.
276. Bell Telephone Laboratories, New York.
277. Smithsonian Institution, Washington.
278. } National Bureau of Standards. Voir ci-dessus.
279. }
280. United States Air Force.
281. } Cornell University, Ithaca, New York.
282. }
283. Australian News and Information Bureau, Londres.
284. Ministère des postes et télécommunications, Tokio.
285. G. A. Codding « Broadcasting without Barriers », UNESCO, Pâris, 1959.
286. British Broadcasting Corporation, Londres.
287. Direction générale des télécommunications, Stockholm.
288. Ministry of Aviation, Londres.
289. Direction générale des télécommunications, Stockholm.
290. United States Navy.
291. Cyprus Telecommunication Authority, Nicosie.
292. Postmaster General, Londres.
293. Cyprus Telecommunication Authority, Nicosie.
294. Direction générale des postes et des télécommunications, Damas.
295. } Nations Unies.
296. }
297. }
298. Ghana Information Service, Accra.
299. Gouvernement de l'Inde, New Delhi.
300. International Telephone and Telegraph Corporation, New York.
301. United States Army.
302. Administration nationale des télécommunications, Asunción.
303. Overseas Telecommunication Service, Colombo.
304. } Indian Meteorological Department, New Delhi.
305. }
306. Civil Aviation Department, New Delhi.
307. Western Union Telegraph Company, New York.
308. International Telephone and Telegraph Corporation, New York.
309. Imperial Chemical Industries, Londres.
310. International Telephone and Telegraph Corporation, New York.
311. } Shell Company, Londres.
312. }
313. }
314. Dessin original de Dodie Masterman fait pour ce livre.
315. } National Aeronautics and Space Administration, Washington (N.A.S.A.).
316. }
317. }
318. }
319. } Fotokhronika Tass, Moscou.
320. }
321. } N.A.S.A. Voir ci-dessus.
322. }
323. *Space Digest*, décembre 1963.
324. Collection A. R. Michaelis, Londres.
325. United States Navy.
326. Bell Telephone Laboratories, New York.
327. Postmaster General, Londres.
328. } Standard Elektrik Lorenz, Stuttgart.
329. }
330. } N.A.S.A. Voir ci-dessus.
331. }
332. }
333. }
334. L. Jaffe *et autres* « L'emploi des télécommunications par satellites dans les régions peu développées» Volume XII des documents des Etats-Unis préparés pour la Conférence des Nations Unies, Genève, 1963.
335. } N.A.S.A. Voir ci-dessus.
336. }
337. Nations Unies.
338. } Archives de l'Union internationale des télécommunications.
339. }
340. }
341. }
342. }
343. Press Association — Reuter, Londres.
344. Archives de l'Union internationale des télécommunications.
345. Gravure d'époque.
346. CBS Television News, New York.
347. Gravure d'époque.
348. } Postmaster General, Melbourne.
349. }
350. } United States Information Service Photographs.
351. }
352. }
353. Ministère des postes et télécommunications, Paris.
354. International Telephone and Telegraph Corporation, New York.
355. *New Yorker*, 11 janvier 1964.
356. General Telephone and Electronics International, U.S.A.
357. Associated Newspapers, Londres.
358. Fairchild Semi-conductors, Mountain View, California.
359. Bell Telephone Laboratories, New York.
360. } Hugo Gernsback, New York.
361. }
362. Massachusetts Institute of Technology, U.S.A.
363. North American Aviation, U.S.A.
364. Bell Telephone Laboratories, New York.
365. N.A.S.A. Voir ci-dessus.

Bibliographie

ANONYME: *L'Union Télégraphique Internationale (1865-1915)*. Bureau International de l'Union Télégraphique, Berne, 1915.

ANONYME: *La transmission des messages de presse*. Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Paris, 1956.

ANONYME: *The Story of S.T.C.* Standard Telephones and Cables Limited, Londres, 1958

ANONYME: *BBC Television. A British Engineering Achievement*. The British Broadcasting Corporation, Londres, 1961.

ANONYME: *BBC Sound Broadcasting. Its Engineering Development*. The British Broadcasting Corporation, Londres, 1962.

ANONYME: *Chapters of Marconi History*. The Marconi Company Limited, Chelmsford. Current series.

BRIGGS, A.: *The History of Broadcasting in the United Kingdom. Volume I. The Birth of Broadcasting*. Oxford University Press, Londres, 1961.

BRIGHT, C.: *The Story of the Atlantic Cable*. George Newnes, Londres, 1903.

CHERRY, C.: *On Human Communication*. Science Editions Incorporated, New York, 1961.

CLARK, K.: *International Communications. The American Attitude*. Columbia University Press, New York 1931.

CODDING, G. A., Jr.: *The International Telecommunication Union. An Experiment in International Co-operation*. E. J. Brill, Leiden, Pays-Bas, 1952.

La radiodiffusion dans le monde. Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Paris, 1959.

The Universal Postal Union. New York University Press, New York, 1964.

CONFÉRENCES RADIOTÉLÉGRAPHIQUES: *Diverses publications, dont les Conventions et les Règlements*. De 1903 à 1932.

CROWTHER, J. G. et WHIDDINGTON, R.: *Science at War*. His Majesty's Stationery Office, Londres, 1947.

DIBNER, B.: *The Atlantic Cable*. Burndy Library Incorporated, Norwalk, Conn., 1959.

DICKIESON, A. C. et alii: *The Telstar Experiment*. The Bell System Technical Journal, 1963, Volume 42, No. 4, Parts 1, 2 and 3. American Telephone and Telegraph Company, New York.

DUNLAP, O. E., Jr.: *Radio's 100 Men of Science. Biographical Narratives of Pathfinders in Electronics and Television*. Harper and Brothers, New York et Londres, 1944.

Communications in Space. From Wireless to Satellite Relay. Harper, New York, 1962.

DURHAM, J.: *Telegraphs in Victorian London*. Golden Head Press, Cambridge, 1959.

FIGUIER, L.: *Les Merveilles de la Science*. Furne, Jouvet et C^ie^. Paris, vers 1866.

FORBES, R. J.: *Man, the Maker*. Constable, Londres, 1958.

FOSTER, R. M., Jr. et alii: *Satellite Communications Physics*. Bell Telephone Laboratories Incorporated, 1963.

GARRATT, G. R. M.: *Telegraphy. In «A History of Technology»*. C. Singer et alii Editors. Volume IV. Clarendon Press, Oxford, 1958.

GORDON, T. H. et SCHEER, J.: *First Into Outer Space*. St. Martin's Press, New York, 1959.

HANCOCK, H. E.: *Wireless at Sea. The First Fifty Years*. Marconi International Marine Company Limited, England, 1950.

HARLOW, A. F.: *Old Wires and New Waves. The History of the Telegraph, Telephone and Wireless*. D. Appleton-Century, New York et Londres, 1936.

HERRING, J. M. et GROSS, G. C.: *Telecommunications. Economics and Regulation*. McGraw-Hill Book Company, New York et Londres, 1936.

HERTZ, H.: *Electric Radiation. In «A Source Book in Physics»*. Harvard University Press, 1935.

IRVING, R.: *Electronics*. Dennis Dobson, Dobson Books Limited, Londres, 1963.

LOVELL, B. et J.: *Discovering the Universe*. Ernest Benn Limited, Londres, 1963.

KING, W. J.: *The Development of Electrical Technology in the 19th Century. 2. The Telegraph and the Telephone*. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 1962.

KIRBY, R. S., WITHINGTON, S., DARLING, A. B. et KILGOUR, F. G.: *Engineering in History*. McGraw-Hill, New York, 1956.

MANCE, O.: *International Telecommunications*. Oxford University Press, Londres, 1943.

MEYER, V.: *L'Union internationale des télécommunications et son Bureau*. Bureau de l'Union internationale des télécommunications, Berne, 1946.

MOSKWA, Z.: *400 Lat Poczty Polskiej*. Varsovie, 1958.

PIERCE, J. R.: *Symbols, Signals and Noise. The Nature and Process of Communication*. Hutchinson, Londres, 1962.

PREECE, W. H. et MAIER, J.: *The Telephone*. Whittaker and George Bell and Sons, Londres, 1889.

ROBERTSON, J.: *The Story of the Telephone. A History of the Telecommunications Industry of Britain*. Sir Isaac Pitman, Londres, 1947.

ROBINSON, H.: *The British Post Office. A History*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1948.

ROLO, C. F.: *Radio Goes to War*. Faber and Faber, Londres, 1943.

RUSSELL, W. H.: *The Atlantic Telegraph*. Illustré par Robert Dudley. Day and Son, Londres, vers 1856.

SCHRAMM, W. et alii: *Communications*. Volume XII des mémoires présentés par les Etats-Unis à la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées. Genève, 1963.

SCOTT, J. D.: *Siemens Brothers 1858-1958. An Essay in the History of Industry*. Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1958.

SHRIDHARANI, K.: *Story of the Indian Telegraphs. A Century of Progress*. Posts and Telegraphs Department, New Delhi, 1953.

STEVENSON, O. J.: *The Talking Wire. The Story of Alexander Graham Bell*. The Bodley Head, Londres, 1954.

SÜSSKIND, C.: *Popov and the Beginnings of Radiotelegraphy*. Proc. Inst. Radio Engrs. Octobre 1962, p. 2036.

TORLAIS, J.: *L'Abbé Nollet (1700-1770) et la Physique Expérimentale au XVIII^e^ Siècle*. Université de Paris, Paris, 1959.

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS: *Diverses publications, dont les Conventions, les Règlements télégraphiques, téléphoniques et des radiocommunications*, depuis 1932.

UNION TÉLÉGRAPHIQUE INTERNATIONALE: *Diverses publications, dont les Conventions, les Règlements télégraphiques et téléphoniques*, de 1865 à 1932.

WILLIAMS, F.: *La transmission des informations. Les télécommunications et la presse*. Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Paris, 1953.

De plus, ont été consultés de nombreux ouvrages et une littérature abondante provenant d'administrations et de fabriques de matériel de télécommunications de pays membres de l'U.I.T.

CE VOLUME, COMPOSÉ EN PHOTO-COMPOSITION, A ÉTÉ ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 15 MARS 1965 SUR LES PRESSES OFFSET DE L'IMPRIMERIE HENRI STUDER S.A. A GENÈVE.